

**LECCIONES APRENDIDAS DURANTE LA FASE DE DISEÑO DE
PROYECTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA HIDRÁULICA EN
INTEGRAL S.A.**

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Gerencia de Proyectos

Realizado por:

JHON WALTER CARDONA PARRA

Director:

FRANCISCO J. SALAZAR G.

Escuela de Administración

Universidad EAFIT
Medellín-Colombia
Abril de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	SITUACIÓN DE ESTUDIO (PROBLEMA)	2
3	OBJETIVOS	5
3.1	Objetivo general.....	5
3.2	Objetivos específicos	5
4	JUSTIFICACIÓN	6
5	MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL.....	7
5.1	Proyectos.....	7
5.2	Gestión de proyectos.....	8
5.2.1	Grupos de procesos de la gerencia de proyectos.....	10
5.2.2	Áreas del conocimiento.....	12
5.3	Lecciones aprendidas	14
5.4	Gestión de lecciones aprendidas	15
6	METODO DE SOLUCIÓN	17
7	CONTEXTO EMPRESARIAL	18
7.1	Sector energético.....	18
7.2	Descripción de la empresa	24
8	DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS.....	26
8.1	Identificación de lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral S.A.....	26
8.1.1	Revisión de la información existente	26
8.1.2	Metodología para el levantamiento de la información.....	26
8.1.3	Selección del personal a entrevistar y encuestar	30

8.1.4	Resultados	31
8.2	Clasificación, análisis y recomendaciones de las lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral S.A.	40
8.2.1	Integración	40
8.2.2	Alcance	42
8.2.3	Tiempo	45
8.2.4	Costos.....	49
8.2.5	Calidad	51
8.2.6	Recursos humanos.....	53
8.2.7	Comunicaciones	55
8.2.8	Riesgos	58
8.2.9	Adquisiciones.....	60
8.2.10	Interesados	61
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
10	REFERENCIAS	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de proyectos y clasificación.....	8
Tabla 2. Encuesta para la recolección de lecciones aprendidas	27
Tabla 3. Sistema de calificación para las encuestas	29
Tabla 4. Formato para la recolección de lecciones aprendidas por juicio de expertos	30
Tabla 5. Listado de personal a entrevistar.....	31
Tabla 6. Lecciones aprendidas por juicio de expertos	32
Tabla 7. Resultados de las encuestas sobre lecciones aprendidas.....	37
Tabla 8. Juicio de expertos (integración).....	40
Tabla 9. Juicio de expertos (alcance)	42
Tabla 10. Formato de control de cambios.....	45
Tabla 11. Juicio de expertos (tiempo).....	46
Tabla 12. Juicio de expertos (costos)	49
Tabla 13. Juicio de expertos (calidad)	51
Tabla 14. Juicio de expertos (recursos humanos)	54
Tabla 15. Juicio de expertos (comunicaciones)	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Capacidad instalada para generación eléctrica en Colombia por fuente de energía 2012.....	23
Figura 2. Resultados de encuesta (integración).....	41
Figura 3. Gestión de la integración	41
Figura 4. Gestión de las lecciones aprendidas	42
Figura 5. Resultados de encuesta (alcance).....	44
Figura 6. Resultados encuesta (tiempo)	48
Figura 7. Organigrama general de la responsabilidad de los proyectos	49
Figura 8. Control del tiempo por la metodología de curva en S.....	49
Figura9.Resultado encuesta (costos).....	50
Figura10.Curva en S para el control de los costos.....	51
Figura11.Resultados encuesta (calidad).....	53
Figura 12. Programa de gestión de la calidad.....	53
Figura 13. Resultados encuesta (recursos humanos).....	56
Figura14. Programa de gestión de los recursos humanos.....	55
Figura15.Resultado encuesta (comunicaciones).....	57
Figura 16. Programa de gestión de las comunicaciones.....	57
Figura 17. Resultados encuesta (riesgos).....	58
Figura 18. Programa de gestión del riesgo.....	60
Figura 19. Resultado encuesta (adquisiciones).....	60
Figura 20. Programa de gestión de las adquisiciones.....	61
Figura 21. Resultados encuesta (interesados).....	62
Figura 22. Programa de gestión de los interesados.....	63

ANEXOS

Anexo 1. Formato de recolección de lecciones aprendidas.

Anexo 2. Resultados de las lecciones aprendidas por juicio de expertos.

Anexo 3. Resultado de las lecciones aprendidas por encuesta.

Anexo 4. Formato de control de cambios.

RESUMEN

Con el objetivo de aprovechar al máximo toda la experiencia adquirida en el desarrollo de los proyectos de generación de energía hidráulica en INTEGRAL S.A., para potencializar el desempeño de los proyectos futuros en términos de la gestión proyectos y generar valor, se planteó hacer una investigación en “Lecciones aprendidas en proyectos de generación de energía hidráulica” cuyo fin es identificar todas las posibles oportunidades de mejora en cada uno de los cinco grupos de procesos y las diez áreas del conocimiento establecidos por el PMI, y que permitan a la compañía tomar las acciones correctivas correspondientes e implementar los procesos que hagan falta.

En primera instancia, se realizó una revisión documental de toda la información disponible en la organización relacionada con las lecciones aprendidas, con el ánimo de detectar qué se ha hecho, qué hay que mejorar y qué falta por hacer; de esta primera fase se encontró que la organización no tenía establecida ninguna metodología para la gestión de las lecciones aprendidas, por lo que se procedió a diseñar el sistema de recolección de la información desde cero.

Para la recolección de las lecciones aprendidas se plantearon dos metodologías, la primera se llevó a cabo por medio de encuestas, para la cual se diseñó un cuestionario de cincuenta preguntas claves en cada una de las diez áreas del conocimiento que determina el PMI, la segunda se llevó a cabo por medio del juicio de expertos o entrevistas personales, para la cual se diseñó un formato que permitiera recoger las experiencias individuales y personales vividas en los proyectos ya ejecutados o en ejecución.

En total fueron entrevistadas 16 personas, seleccionadas previamente como personal clave que trabaja en la ejecución de los proyectos, los hallazgos fueron clasificados y agrupados por las áreas del conocimiento, se analizaron los resultados y se emitieron las recomendaciones y planes de acción respectivos.

Palabras claves:

Generación de energía hidráulica, PMI, lecciones aprendidas, oportunidades de mejora

ABSTRACT

Considering the wide knowledge and experience on hydraulic energy generation projects of INTEGRAL S.A and with the main objective of potentialice de development of future projects in terms of its management and value generation, I have defined to advance with a research of “Learned lessons on hydraulic energy generation projects” looking to identify all the possible improvement opportunities on each of the five (5) groups of processes and ten (10) knowledge areas defined by PMI®, allowing the company to take corrective actions and define new processes that could be required.

During the first stage I have performed a documental revision of all available information in the company related to learned lessons in order to identify what has been done, what could be improved and what could be missing, identifying that the company doesn’t have any methodology for learned lesson management. Therefore I have proceed to design information collecting process from scratch.

For learned lessons information collecting process, I have worked using 2 methodologies. The first one was to perform a poll with 50 key questions related to each of the ten (10) knowledge areas defined by PMI® and the second methodology was to obtain experts feedback or personal interviews, for which a form was designing allowing to collect individual and personal experiences that they have had during previous projects.

To summarize, 16 people with key roles on projects executions were interviewed and the findings were classified by knowledge area. The results were analyzed, to present recommendations and action plans accordingly.

Key words:

Hydraulic energy generation projects, PMI, Learned lessons, improvement opportunities

1 INTRODUCCIÓN

Integral S.A. es una empresa antioqueña dedicada a la consultoría, que se desempeña en los campos de agua potable, saneamiento, minería, hidrocarburos, infraestructura, transporte y energía eléctrica. Cuenta con más de sesenta años de experiencia a nivel nacional e internacional, y su principal fortaleza es la consultoría en generación de energía hidráulica, lo que la ha llevado a obtener varios premios nacionales de ingeniería en este campo, con miras a aprovechar al máximo toda la experiencia adquirida en los proyectos de generación de energía ya ejecutados para potencializar el desempeño de los proyectos futuros en términos de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados para generar valor. Se plantea hacer una investigación en “Lecciones aprendidas en proyectos de generación de energía hidráulica” cuyo objetivo es identificar todas las posibles oportunidades de mejora en cada uno de los cinco grupos de procesos y las diez áreas del conocimiento establecidas por el PMI.

Esta investigación se desarrolla de la siguiente manera: en el capítulo 2 se expone la situación en estudio o el problema a analizar, en el capítulo 3 se describen los objetivos que se esperan conseguir con la ejecución del trabajo, en el capítulo 4 se expone la justificación de por qué esta investigación, en el capítulo 5 se establece el marco teórico que soporta la elaboración de la investigación, en el capítulo 6 se expone el método de solución de la investigación, en el capítulo 7 se detalla la empresa y el sector al cual pertenece, en el capítulo 8 se realiza la documentación, análisis y recomendaciones de las lecciones aprendidas y, finalmente, en el capítulo 9 se presentan las conclusiones.

2 SITUACIÓN DE ESTUDIO (PROBLEMA)

A través del tiempo las empresas han desarrollado numerosos proyectos, pero es común escuchar que estos no han tenido el mejor desempeño durante su ejecución y los resultados que se esperaban, generando malestar en los gestores o clientes de los proyectos por no alcanzar la promesa de valor presentada desde el comienzo, de ahí ha surgido la necesidad de adoptar técnicas o metodologías para gestionar los proyectos de forma adecuada y poder alcanzar los resultados esperados.

En la década del sesenta empiezan a surgir diversas instituciones encargadas de analizar y recopilar las mejores prácticas en la gestión de los proyectos, una de ellas, y en la cual se basa el desarrollo de esta investigación es el Project Management Institute (PMI), el cual ha producido una de las metodologías o estándares más importantes para la gestión de los proyectos como es la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) cuya función es reducir al máximo los errores más comunes que se presentan en los proyectos como exceder el presupuesto, exceder el tiempo, no tener claros los objetivos, modificar el alcance, no tener los recursos adecuados o suficientes y no saber con certeza cuáles son los resultados o productos esperados.

Como parte fundamental de trabajar por proyectos y no por procesos, e implementar una metodología para la gestión de proyectos, aparece una importante herramienta de crecimiento o de grado de madurez de los procesos denominada *gestión de las lecciones aprendidas en proyectos*, la cual permite identificar constantemente las falencias en cada uno de los procesos establecidos, darlas a conocer a todo el personal implicado y tomar las acciones correctivas a tiempo.

Para el caso específico de Integral, la empresa se ha preparado desde hace algún tiempo para afrontar estos retos, y ha puesto en marcha las prácticas del PMI para todo su personal y sus proyectos; pero aun durante el desarrollo de estos se han podido observar los típicos problemas de calidad, satisfacción del cliente, cumplimiento del alcance, desviaciones en los cronogramas, reprocesos, falta de comunicación y mayores costos que afectan el margen de utilidad de los mismos, lo que deja en evidencia que todavía falta camino por recorrer y oportunidades de mejora, por lo que se plantea trabajar desde la óptica de las lecciones aprendidas enmarcadas en

el PMI y en cada uno de los procesos de dirección de proyectos (iniciación, planeación, ejecución, seguimiento y control y cierre) y en cada una de las áreas del conocimiento (integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados) donde se plantea realizar un proceso de identificación, clasificación, documentación y divulgación de las lecciones aprendidas, a su vez que se busca estandarizar una metodología que permita documentarlas durante el desarrollo de proyectos futuros (Project Management Institute, 2013).

PWC (Price Waterhouse Coopers), en su documento “En la ruta de la competitividad - Principales hallazgos de la 1ra Encuesta Nacional de Madurez en Gerencia de Proyectos”, establece que:

- El 67% de los encuestados indican que el proyecto más representativo de la organización está entre 7 y 24 meses de duración.
- El 44% de los encuestados manifiestan que el proyecto más representativo de la organización ha tenido una desviación en tiempo superior al 25% de lo planeado.
- El 71,6% de los encuestados señalan que en su organización solo a veces o no hacen seguimiento a los beneficios de los proyectos.
- El 72,6% de los encuestados concluyen que la principal razón por la que se atrasan los proyectos consiste en los cambios de alcance a lo largo del proyecto.
- Las desviaciones más significativas se dan en la gestión del tiempo en un rango entre el 10% y 25% (39,8% de encuestados señalaron este rango), así mismo, a nivel de costos la desviación más común se da en el rango de menos del 10% (40,9% de encuestados señalaron este rango). La calidad es la variable que menos variación tiene (58% de encuestados señalaron que es menor al 10%).
- El 71,6% de los encuestados señalan que su organización solo a veces o nunca genera y comparte un reporte de lecciones aprendidas sobre los proyectos”.
- El 14,8% de los encuestados señalan que su organización hace interventorías para asegurar la calidad de los proyectos (PWC, 2011).

Como se puede apreciar al día de hoy, las empresas en Colombia no cuentan con unos procedimientos, herramientas y técnicas, así como una metodología de dirección de proyectos, que permitan documentar las lecciones aprendidas de estos errores.

Esto nos lleva a que se presenten de manera continua estos problemas, lo que genera, dentro de las organizaciones, lo siguiente (hechos de los cuales Integral no está exenta):

- Que los equipos de trabajo encargados de la gestión de proyectos trabajen de forma no articulada, sistémica y disciplinada, ya que no se dan las interacciones entre los grupos de procesos que permitan un secuenciamiento entre las diferentes fases del proyecto.

- El no contar con estas metodologías, políticas, procedimientos, herramientas y técnicas lleva a que no se cuente con la planificación adecuada de proyectos y se incorporen las lecciones aprendidas que apoyen a la dirección de los proyectos.
- No se cuenta con una cultura organizacional de trabajo en equipo que permita la unión de esfuerzos para documentar las lecciones aprendidas que son demandadas en la gerencia de proyectos.
- Falta de compromiso de la alta dirección en definir y posesionar el rol del gerente de proyecto, donde pueda tomar decisiones en lo que respecta a todas las fases del proyecto y de direccionamiento al mejoramiento continuo, bajo la documentación de las lecciones aprendidas.
- El no contar y documentar de manera estandarizada las lecciones aprendidas lleva a que no se cuente con métricas y plantillas que permitan el direccionamiento adecuado de los proyectos.
- No existen lineamientos claros para los procedimientos, técnicas y herramientas para el levantamiento de las lecciones aprendidas que permitan el mejoramiento de futuros proyectos y que se alineen a los objetivos estratégicos de la organización y que aseguren la entrega de los resultados cumpliendo el valor ganado (dentro del alcance, tiempo, costo y con calidad).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Documentar las lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral para identificar las oportunidades de mejora en la gestión de los proyectos con el fin de implementarlas en los proyectos futuros.

3.2 Objetivos específicos

- Identificación de las lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral.
- Clasificación de las lecciones aprendidas en cada una de las diez áreas del conocimiento.
- Análisis de las lecciones aprendidas obtenidas y recomendaciones o planes de acción para implementar en los proyectos futuros.

4 JUSTIFICACIÓN

Dada la proyección de la demanda de energía futura, el potencial hidroeléctrico de Colombia, la matriz energética, compuesta en su mayoría por proyectos de energía hidráulica, y las proyecciones de venta de energía a los países centroamericanos y suramericanos, se ha generado un dinamismo en el sector eléctrico y en las empresas de consultoría dedicadas a esta labor, que ha llevado al surgimiento de nuevas empresas nacionales que se dediquen a este fin, a la llegada de empresas extranjeras o, incluso, al crecimiento de las existentes de menor tamaño y que se ha traducido en la pérdida del mercado para Integral. Este dinamismo del mercado y el rápido posicionamiento de las nuevas empresas nacionales, así como extranjeras y existentes, han llevado a una revisión exhaustiva, en todos los ámbitos de la empresa, que permita tomar medidas para recuperar el mercado.

Como parte de estas medidas se encuentra la reestructuración de todas las áreas y líneas de negocio de la empresa para trabajar bajo los más altos estándares internacionales de la gestión de proyectos, entrando así a la implementación de las técnicas y procesos establecidas por el PMI, lo que permite estandarizar, optimizar y controlar los procesos, con el objeto de ser más competitivos en términos económicos y operacionales dando además un valor agregado al trabajo.

Como pieza fundamental y clave de estas medidas, este estudio o investigación tiene como objetivo el análisis, bajo la óptica del PMI, de varios proyectos representativos en tamaño y costo ejecutados recientemente por la compañía y donde se analizarán las falencias presentadas en cada una de las diez áreas del conocimiento, lo cual nos permitirá documentarlas, hacerlas visibles a toda la compañía e implementar las mejoras correspondientes, lo que será de vital importancia en la gestión de los proyectos futuros y la expansión del mercado.

5 MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

5.1 Proyectos

Un proyecto es un esfuerzo temporal que tiene un comienzo y un fin, con un alcance y unos recursos definidos y limitados para producir un producto, servicio o resultado que es único (Project Management Institute, 2013).

Aunque existen varios tipos de proyectos y se clasifican según se muestra en la tabla 1, todos tienen una serie de características en común:

- Tienen un propósito.
- Tienen unos objetivos y una meta clara y definida.
- Tienen un plazo limitado y se ajustan a él.
- Tienen una fase de planeación, una de ejecución y una de entrega.
- Se orientan a los resultados.
- Están afectados por la incertidumbre.
- Involucran personas con distintos roles dentro de los proyectos.
- Se realiza seguimiento y control para garantizar el resultado esperado.
- Todos son únicos en su categoría.

Tabla 1. Tipos de proyectos y clasificación

Según el ámbito	Según el sector	Según el capital	Según la orientación	Según área de influencia
Ingeniería	Construcción	Públicos	Sociales	Nacionales
Económicos	Energía	Privados	Educativos	Regionales
Fiscales	Minería	Mixtos	Productivos	Departamentales
Legales	Servicios		Comunitarios	Internacionales
Médicos	Medio ambiente		Investigación	Supranacionales
Matemáticos	Industriales			
Artísticos				
Literarios				
Tecnológicos				
Informáticos				

Fuente: elaboración propia.

5.2 Gestión de proyectos

A continuación, se presentan dos definiciones, de lo que se conoce como la gestión de proyectos, de dos de las autoridades más reconocidas en el tema, y se hace un recuento de los beneficios potenciales en los proyectos:

La definición oficial proporcionada por el Instituto de Gestión de Proyectos (Project Management Institute, 2013) dice:

La gestión de proyecto, entonces, es el uso del conocimiento, habilidades y técnicas para ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente. Se trata de una competencia estratégica para organizaciones, que les permite vincular los resultados de un proyecto con las metas comerciales para posicionarse mejor en el mercado

La definición oficial proporcionada por la Asociación para la Gestión de Proyectos (Association for Project Management, 2016) dice:

La gestión de proyecto se enfoca en controlar la introducción del cambio deseado. Esto implica:

- Comprender las necesidades de los grupos de interés.
- Planificar qué se necesita hacer, cuándo, por quién y bajo qué estándares - crear y motivar al equipo.
- Coordinar el trabajo de diferentes personas.

- Monitorear el trabajo que se realiza.
- Gestionar cualquier cambio del plan.
- Alcanzar resultados satisfactorios.

Algunos de los beneficios potenciales de la gestión de proyectos son los siguientes:

- Permitir a una organización producir una gama de productos más amplia con el mismo nivel de recursos.
- Permitir que los proyectos alcancen sus criterios de éxito.
- Alentar a los empleados funcionales a comunicarse entre ellos y a compartir un propósito común.
- Los límites funcionales se separan de las diversas unidades funcionales.
- Desarrollar nuevos productos con más rapidez.
- Los gerentes de proyecto consideran todo el ciclo de vida del proyecto y brindan asesoramiento sobre todos sus aspectos.
- Los equipos de proyecto y los equipos funcionales compiten de manera amigable.
- Ayudar a la gestión eficaz del cambio.
- Los gerentes de proyecto de diferentes países e industrias hablan el mismo idioma de gestión de proyectos (Wallace, 2016).

El Project Management Institute (PMI) es una organización profesional sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo de la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones con reconocimiento mundial, lo cual la convierte en líder global de esta competencia estratégica de las organizaciones. El PMI ofrece una serie de certificaciones que reconocen el conocimiento y la competencia, incluyendo la certificación del Profesional en Dirección de Proyectos (PMP), que cuenta con más de 370.000 titulares alrededor del mundo y donde su base es el la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) que es un instrumento desarrollado por el PMI que establece un criterio de buenas prácticas relacionadas con la gestión, la administración y la dirección de proyectos mediante la implementación de técnicas y herramientas que permiten identificar un conjunto de 47 procesos, distribuidos en cinco macroprocesos generales (Project Management Institute, 2013).

5.2.1 Grupos de procesos de la gerencia de proyectos

En la gestión de proyectos, según el PMBOK, existen cuarenta y siete procesos que trabajan de manera concatenada; es decir, las salidas de un proceso se convierten en entradas de un proceso posterior. Estos cuarenta y siete procesos se encuentran distribuidos en cinco grupos de procesos que se describen a continuación:

- Grupo de procesos de iniciación

Dentro de este proceso se define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales, se identifican los interesados internos y externos que van a interactuar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto, se selecciona el director del proyecto y se levanta el acta de constitución y el registro de los interesados. Se analiza la factibilidad del proyecto realizando estudios económicos, de riesgos, de oportunidades y estratégicos para decidir si proseguir o no con el proyecto (Project Management Institute, 2013).

- Grupo del proceso de planificación

Consiste en recolectar la información que responde a las siguientes preguntas: ¿Qué hay que hacer? ¿Quién es responsable? ¿Cómo o con qué recurso? ¿Cuándo hay que entregarlo? ¿Cuánto costará? ¿Qué riesgo hay? y que se enumeran a continuación:

- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto.
- Definir el alcance.
- Recopilar los requisitos.
- Crear la EDT.
- Definir las actividades del proyecto.
- Definir la secuencia de las actividades.
- Estimar los recursos de las actividades.
- Duración de las actividades.
- Cronograma.
- Costos.
- Presupuesto.
- Planificar la calidad.
- Desarrollar el plan de recursos humanos.
- Planificar las comunicaciones.
- Planificar la gestión del riesgo.

- Identificar los riesgos.
- Realizar análisis cualitativos de riesgos.
- Realizar análisis cuantitativos de riesgo.
- Planificar la respuesta al riesgo.
- Planificar las adquisiciones (“5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento + 1”, 2016).
- Grupo del proceso de ejecución

En esta etapa se completa el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo, y que comprende las siguientes actividades:

- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto.
- Realizar el aseguramiento de la calidad.
- Adquirir el equipo del proyecto.
- Desarrollar el equipo del proyecto.
- Dirigir el equipo del proyecto.
- Distribuir la información.
- Gestionar las expectativas de los interesados.
- Efectuar las adquisiciones (Áreas del conocimiento del PMBOK, 2016).

- Grupo del proceso de seguimiento y control

En este grupo de procesos se supervisa, analiza y regula el progreso y desempeño del proyecto y además se realiza el gerenciamiento de los cambios, lo cual se resume en los siguientes puntos:

- Dar seguimiento y control al trabajo del proyecto.
- Control integrado a los cambios.
- Verificación y control del alcance.
- Control del cronograma.
- Control de los costos.
- Control de calidad.
- Administrar las adquisiciones.
- Seguimiento y control al riesgo (Project Management Institute, 2013).

- Grupo del proceso de cierre

Este grupo corresponde a aquellos procesos realizados para el cierre de cada una de las actividades del proyecto en cada uno de los cinco grupos de procesos, con el fin de realizar un cierre formal del proyecto, entre sus actividades más importantes están:

- Reunión de cierre del proyecto
- Evaluaciones de desempeño
- Lecciones aprendidas
- Evaluar la satisfacción del cliente
- Reasignación del personal del proyecto (Project Management Institute, 2013).

5.2.2 Áreas del conocimiento

Como elementos de apoyo a los grupos de proceso descritos anteriormente se encuentran las diez áreas del conocimiento que proporcionan una descripción detallada de las entradas y salidas de los procesos, junto con una explicación de las herramientas y técnicas de uso más frecuente en los procesos de la dirección de proyectos para producir los resultados esperados (Project Management Institute, 2013).

- Gestión de la integración del proyecto

Desarrollo del plan del proyecto, ejecución del plan de proyecto y control de cambios en general que permitan identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos de la dirección de proyectos dentro de los grupos de procesos de dirección de proyectos (Project Management Institute, 2013).

- Gestión del alcance del proyecto

Proceso para controlar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto de manera exitosa (Project Management Institute, 2013).

- Gestión del tiempo del proyecto

Definir las actividades, secuenciar las actividades, estimar los recursos de las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma y controlar el cronograma para terminar a tiempo el proyecto (Áreas del conocimiento del PMBOK, 2016).

- Gestión de los costos del proyecto

Estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (“5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento + 1”, 2016).

- Gestión de la calidad del proyecto

Consiste en la planeación de la calidad, aseguramiento de la calidad y control de calidad en miras a que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales fue desarrollado (Project Management Institute, 2013).

- Gestión de los recursos humanos del proyecto

Incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto, la planeación organizacional, adquisición de *staff*, y desarrollo del equipo, para hacer un uso más eficiente de las personas involucradas en el proyecto (Project Management Institute, 2013).

- Gestión de las comunicaciones del proyecto

Procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean apropiados (Áreas del conocimiento del PMBOK, 2016).

- Gestión de los riesgos del proyecto

Llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis y la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en el proyecto (“5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento + 1”, 2016).

- Gestión de las adquisiciones del proyecto

Consiste en la planeación de las adquisiciones (productos y servicios) requeridos para el desarrollo del proyecto, selección de proveedores, la compra, la administración de las mismas y el cierre de los contratos (Áreas del conocimiento del PMBOK, 2016).

- Gestión de los interesados del proyecto

Identificación de las personas y organizaciones que pueden impactar o pueden ser impactados por el proyecto de forma positiva o negativa para analizar sus expectativas y los impactos mutuos (“5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento + 1”, 2016).

5.3 Lecciones aprendidas

“Las lecciones aprendidas pueden definirse como el conocimiento adquirido sobre un proceso o sobre una o varias experiencias, a través de la reflexión y el análisis crítico sobre los factores que pueden haber afectado positiva o negativamente” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Las lecciones aprendidas capturan evidencias e identifican tendencias y relaciones causa-efecto, acotadas a un contexto específico, y sugieren recomendaciones prácticas y útiles para la aplicación o replicación del nuevo conocimiento en otros contextos y en el diseño o ejecución de otros proyectos o iniciativas que se proponen lograr resultados similares; pueden dar una ventaja competitiva entre actores de una misma industria (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Para que el proceso de lecciones aprendidas sea exitoso no solo se requiere el esfuerzo individual del director del proyecto o encargado, sino que se deben entender como el fruto del trabajo de todo el equipo, por eso a continuación se enumeran algunas de las claves del éxito.

- Fomentar la participación de todos los involucrados.
- Incluir este asunto en la rutina del proyecto.
- Publicar la información para que todos los involucrados la conozcan.
- Asegurarse de que se conserve la información para que se pueda disponer de ella en cualquier momento.

5.4 Gestión de lecciones aprendidas

Aunque no hay una metodología reconocida mundialmente, como el PMBOK para los proyectos, es un tema que se ha desarrollado con mucha fuerza en las organizaciones y donde ya se han establecido los procesos para la gestión de las lecciones aprendidas; los cuales se describen a continuación:

- Proceso de identificación y recolección de la información

En este proceso se asigna a la persona encargada de las lecciones aprendidas en el proyecto y se determinan los mecanismos para captarlas y evitar que se pierdan.

Hay dos tipos de mecanismos:

Identificación reactiva: cuando cualquier miembro del equipo de proyecto identifica el problema y lo comunica de manera informal al encargado de las lecciones aprendidas para que lo documente de manera según el procedimiento establecido.

Identificación proactiva: cuando el encargado de las lecciones aprendidas realiza visitas periódicas y entrevistas como fuentes primarias al equipo del proyecto.

Como resultado de este proceso se genera una ficha que deberá contener información como título, descripción, proyecto, país, categoría a la que pertenece, etc. (Coquillat, 2016).

- Proceso de clasificación

Proceso donde se clasifican las lecciones aprendidas con base en los grupos de procesos de la gerencia de proyectos y las áreas del conocimiento a las cuales pertenecen (Chavarriaga, 2014).

- Proceso de evaluación

En este proceso se establece un método de evaluación de las lecciones aprendidas para medir su impacto en los proyectos y los objetivos estratégicos de la organización; este método puede ser

con números, colores o según impacto bajo, medio, alto; también se analizan las acciones correctivas a implementar y su viabilidad (Chavarriaga, 2014).

- Proceso de almacenamiento

En este proceso se almacenan las lecciones aprendidas de manera organizada y clara en un lugar de fácil consulta para todo el personal de la empresa, lo que permite gestionarlas a futuro como información histórica de los proyectos (Coquillat, 2016).

- Proceso de difusión

Se debe definir un plan de comunicaciones de las lecciones aprendidas, el cual pretende enterar a todos los interesados del proyecto, y que sea de fácil consulta en el futuro para proyectos similares.

Las lecciones aprendidas pueden ser divulgadas a través de:

- Intranet.
- Boletines internos de lecciones aprendidas.
- Capacitaciones internas.
- Reunión de cierre del proyecto.
- Carteleras internas.
- Correo electrónico empresarial.
- Acta de cierre del proyecto (Chavarriaga, 2014).

- Proceso de seguimiento

En este proceso se establecen los mecanismos de verificación, los cuales se aseguran de que las lecciones sí hayan quedado aprendidas y se apliquen en el desarrollo de los proyectos, a su vez se encargará de tomar los correctivos necesarios para que esto se cumpla (Coquillat, 2016).

6 METODO DE SOLUCIÓN

A continuación, se presentan los pasos a seguir que detallan la metodología propuesta para el desarrollo del trabajo y que garantizan el cumplimiento de los objetivos:

- Se realiza una identificación y recolección de la información de los procesos, de cómo se gestionan actualmente las lecciones aprendidas en los proyectos al interior de la organización, si existen formatos, procedimientos, normas, etc.
- Se realiza un estudio y análisis de la información recolectada para identificar la línea base o punto de partida donde podamos identificar claramente qué se tiene, qué se puede mejorar, qué no sirve y qué hay que implementar desde el inicio.
- Basado en el análisis anterior, se procede al diseño del sistema de recolección de las lecciones aprendidas; se recomienda realizarlo por dos metodologías: juicio de expertos que permita recoger las experiencias individuales y personales vividas en los proyectos ya ejecutados o en ejecución, y encuestas con preguntas claves en los cinco grupos de procesos y diez áreas del conocimiento establecidos por el PMI para la gestión de proyectos.
- Se realiza la selección del personal a entrevistar y que es clave en la ejecución de los proyectos de generación de energía hidráulica.
- Se realiza el levantamiento de la información de las lecciones aprendidas de forma individual, por las metodologías establecidas por el juicio de expertos y las encuestas.
- Una vez se tenga toda la información recolectada se realiza el proceso de clasificación de la misma en los cinco grupos de procesos y diez áreas del conocimiento establecidos por el PMI para la gestión de los proyectos.
- Se realiza un análisis y una evaluación de las lecciones aprendidas donde se identifiquen las oportunidades de mejora, se emitan las respectivas recomendaciones y los planes de acción para ser implementados en la gestión de los proyectos futuros.

Frente a lo expuesto en los párrafos anteriores, la metodología que se aplicará en este trabajo es una investigación de tipo aplicativa y con enfoque cualitativo, ya que es un caso práctico.

7 CONTEXTO EMPRESARIAL

7.1 Sector energético

La energía eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre).

El origen de la energía eléctrica está en las centrales de generación, determinadas por la fuente de energía que se utilice. Así, la energía eléctrica puede obtenerse de centrales solares, eólicas, hidroeléctricas, térmicas, nucleares y mediante la biomasa o quema de compuesto de la naturaleza como combustible (Twenergy, 2016).

La energía solar es una fuente renovable que se obtiene del sol y con la que se puede generar calor y electricidad. Existen varias maneras de recoger y aprovechar los rayos del sol para producir energía que dan lugar a los distintos tipos de energía solar: la fotovoltaica (que transforma los rayos en electricidad mediante el uso de paneles solares), la fototérmica (que aprovecha el calor a través de los colectores solares) y la termoeléctrica (transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta) (Twenergy, 2016).

La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino (Twenergy, 2016).

Una central termoeléctrica es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de calor. Este calor puede obtenerse tanto de combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón) como de la fisión nuclear del uranio u otro combustible nuclear. Las centrales que en el futuro utilicen la fusión también serán centrales termoeléctricas.

En su forma más clásica, las centrales termoeléctricas consisten en una caldera en la que se quema el combustible para generar calor que se transfiere a unos tubos por donde

circula agua, la cual se evapora. El vapor obtenido, a alta presión y temperatura, se expande a continuación en una turbina de vapor, cuyo movimiento impulsa un alternador que genera la electricidad. Luego, el vapor es enfriado en un condensador donde circula por tubos de agua fría de un caudal abierto de un río o por torre de refrigeración.

En las centrales termoeléctricas denominadas de ciclo combinado se usan los gases de la combustión del gas natural para mover una turbina de gas. En una cámara de combustión se quema el gas natural y se inyecta aire para acelerar la velocidad de los gases y mover la turbina de gas. Al pasar por la turbina esos gases todavía se encuentran a alta temperatura (500 °C), entonces se reutilizan para generar vapor que mueve una turbina de vapor. Cada una de estas turbinas impulsa un alternador, como en una central termoeléctrica común. El vapor luego es enfriado por medio de un caudal de agua abierto o torre de refrigeración como en una central térmica común. Además, se puede obtener la cogeneración en este tipo de plantas, al alternar entre la generación por medio de gas natural o carbón. Este tipo de plantas está en capacidad de producir energía más allá de la limitación de uno de los dos insumos y puede dar un paso a la utilización de fuentes de energía por insumos diferentes.

Una central térmica solar o central termosolar es una instalación industrial en la que, a partir del calentamiento de un fluido mediante radiación solar y su uso en un ciclo termodinámico convencional, se produce la potencia necesaria para mover un alternador para generación de energía eléctrica como en una central térmica clásica. En ella es necesario concentrar la radiación solar para que se puedan alcanzar temperaturas elevadas, de 300 °C hasta 1.000 °C, y obtener así un rendimiento aceptable en el ciclo termodinámico, que no se podría obtener con temperaturas más bajas. La captación y concentración de los rayos solares se hace por medio de espejos con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido, o con mecanismos más pequeños de geometría parabólica. El conjunto de la superficie reflectante y su dispositivo de orientación se denomina heliostato (MELECSA, 2016).

La energía hidráulica se basa en aprovechar la caída del agua desde cierta altura para producir energía eléctrica. Actualmente, el empleo de la energía hidráulica tiene uno de sus mejores exponentes: la energía minihidráulica, de bajo impacto ambiental.

La energía hidráulica o energía hídrica se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua o los saltos de agua naturales. En el proceso, la energía potencial, durante la caída del agua, se convierte en cinética y mueve una turbina para aprovechar esa energía.

Este recurso puede obtenerse utilizando los recursos tal y como surgen en la naturaleza, por ejemplo, una garganta o catarata natural, o bien mediante la construcción de presas. Desde hace siglos existen pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, en molinos rurales. Sin embargo, la utilización más común hoy en día la constituyen las centrales hidroeléctricas de las presas.

Con la Revolución Industrial, y especialmente a partir del siglo XIX, comenzó a cobrar importancia la aparición de las ruedas hidráulicas para la producción de energía eléctrica. Poco a poco la demanda de electricidad fue en aumento. La primera central hidroeléctrica moderna se construyó en 1880 en Northumberland, Gran Bretaña. Sin embargo, el nuevo sistema resultaba caro y la central eléctrica acabó cerrándose después de solo dos años y medio.

El renacimiento de la energía hidráulica se produjo por el desarrollo del generador eléctrico, seguido del perfeccionamiento de la turbina hidráulica y debido al aumento de la demanda de electricidad a principios del siglo XX por el desarrollo industrial. Ya en 1920 las centrales hidroeléctricas generaban una parte importante de la producción total de electricidad (Twenergy, 2016).

¿Cómo funcionan las centrales hidroeléctricas?

En el aprovechamiento de la energía hidráulica influyen dos factores: el caudal y la altura del salto. Para aprovechar mejor el agua se construyen presas, que permiten regular el caudal en función de la época del año. La presa sirve también para aumentar el salto.

Otra manera de incrementar la altura del salto es derivando el agua por un canal de pendiente pequeña (menor que la del cauce del río), lo que da paso a un desnivel mayor entre el canal y el cauce del río.

Cuando se quiere producir energía se deja salir parte del agua almacenada de la presa, para que mueva una turbina engranada con un generador de energía eléctrica. Así, su energía potencial se convierte en energía cinética llegando a las salas de máquinas. El agua pasa por las turbinas a gran velocidad, provocando un movimiento de rotación que finalmente se transforma en energía eléctrica por medio de los generadores (Twenergy, 2016).

El sector energético colombiano está conformado por distintas entidades y empresas, públicas y privadas, que cumplen diversas funciones y que, según el marco regulatorio del sector eléctrico, clasifican las actividades que desarrollan los agentes para la prestación del servicio en los mercados de generación, transmisión, comercialización y distribución de energía (Empresa de Energía de Bogotá, 2016).

La expedición de las leyes 142 y 143 de 1994 permitió la conformación de un nuevo esquema para el sector eléctrico nacional. Dentro de los aspectos más importantes de estas dos leyes tenemos: se permitió la participación del sector privado en la prestación de los servicios públicos, la división de la cadena de producción en segmentos (generación, transmisión, distribución y comercialización) y se diseñó un sistema de regulación, vigilancia, planeación y control con el fortalecimiento y creación de las siguientes entidades (Empresa de Energía de Bogotá, 2016):

- Ministerio de Minas y Energía: su función es garantizar el cumplimiento de los planes de desarrollo del sector para así lograr la plena satisfacción de la demanda nacional de electricidad, dentro de un marco de promoción del uso racional y eficiente de la energía y la sostenibilidad ambiental, así como también la elaboración de lineamientos para la formulación de políticas, la proyección de reglamentos técnicos, la revisión de los planes de expansión, la emisión de conceptos técnicos y presupuestales, al igual que el estudio, coordinación y seguimiento de los proyectos relacionados con la generación, transmisión

y distribución de la energía eléctrica a nivel nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

- Unidad de Planeación Minero Energética: su función es establecer los requerimientos energéticos del país basado en proyecciones de demanda y la elaboración del plan energético nacional y el plan de expansión del sector eléctrico (Unidad de Planeación Minero Energética, 2016).
- Comisión de Regulación de Energía y Gas: su función es que los servicios de energía eléctrica, gas natural, Gas Licuado de Petróleo (GLP) y combustibles líquidos se presten al mayor número posible de personas, al menor costo para los usuarios y con una remuneración adecuada para las empresas, lo que permita garantizar calidad, cobertura y expansión (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2016).
- Superintendencia de servicios públicos y domiciliarios: su función es la inspección, vigilancia y control de las empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y gas; y la protección de los derechos de los usuarios (Superservicios, 2016).
- Administrador del sistema de intercambios comerciales: su función es el registro de los contratos de energía a largo plazo, de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos o contratos de energía en la bolsa por generadores y comercializadores, del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación y del funcionamiento adecuado del Sistema de Intercambios Comerciales (SIC) (Empresa de Energía de Bogotá, 2016).
- Liquidador y administrador de cuentas: su función es liquidar y facturar los cargos de uso de las redes del sistema interconectado nacional, determinar el ingreso regulado a los transportadores y administrar las cuentas que por concepto del uso de las redes se causen a los agentes del mercado mayorista (Empresa de Energía de Bogotá, 2016).
- Centro nacional de despacho: su función es la planeación, supervisión y control de la operación integrada de los recursos de generación, interconexión y transmisión, para tener una operación segura, confiable y ceñida al reglamento (Empresa de Energía de Bogotá, 2016).

- Consejo nacional de operación: su función es acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación integrada del sistema sea seguro y confiable, además de ser el órgano ejecutor del reglamento de operación (Empresa de Energía de Bogotá, 2016).

Colombia posee una ubicación privilegiada que le permite la explotación de recursos hídricos para la generación de electricidad. Desde los comienzos de la producción de electricidad en el país se aprovechó la abundante presencia de cuencas hídricas y el pronunciado relieve del país, condiciones ideales para el aprovechamiento de este recurso. Es debido a esta condición que la matriz eléctrica colombiana presenta una composición totalmente diferente a la matriz eléctrica mundial, en la cual predomina la generación a partir de combustibles fósiles. En el caso colombiano esta es dominada por la generación hídrica (García, Corredor, Calderón y Gómez, 2013).

Según los últimos datos oficiales que se tienen de 2012:

El parque de generación eléctrica del país está compuesto en un 67% por generación hidroeléctrica (64,88% grandes centrales y 2,12% plantas hidráulicas menores), 32,73% por generación térmica, de las cuales 27,79% es con turbinas de gas natural, 4,94% con plantas de carbón, 0,14% en cogeneración y 0,13 % en generación eólica (Unidad de Planeación Minero Energética, 2016).

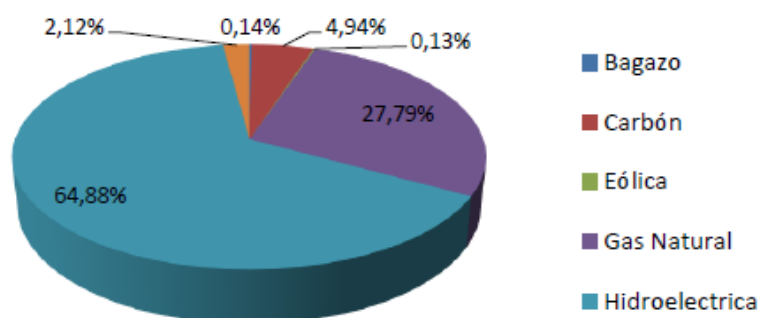


Figura 1. Capacidad instalada para generación eléctrica en Colombia por fuente de energía 2012
Fuente: García, Corredor, Calderón y Gómez (2013).

De acuerdo al Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2011-2025 el sistema eléctrico colombiano requiere la instalación progresiva de 7,914 MW, un aumento de casi el 60% sobre la capacidad instalada actual, para suplir la demanda futura. Esta capacidad estará conformada por 6.088 MW de proyectos hídricos, 760 MW de proyectos de gas natural, 864 MW de proyectos de carbón y 202 MW de combustibles líquidos (García, Corredor, Calderón y Gómez, 2013).

Lo cual representa grandes oportunidades para el sector de la consultoría en el tema de la generación de energía hidráulica.

7.2 Descripción de la empresa

Integral es una empresa de origen colombiano fundada en 1955 y creada por ingenieros colombianos para atender el desarrollo de soluciones de los grandes retos de la ingeniería del país en el estudio, diseño y supervisión de proyectos de infraestructura (Integral S.A., 2016).

Hoy, el grupo empresarial Integral es una compañía con historia y amplia trayectoria en la ingeniería de consulta, con una participación en más de veinte países y más de sesenta años de experiencia, constituida por una empresa matriz y empresas filiales dedicadas a la ingeniería en los campos de estudios ambientales, estudios geotécnicos e interventoría (Integral S.A., 2016).

Actualmente, la compañía cuenta con un grupo multidisciplinario de ingenieros altamente calificados en las ramas de la ingeniería civil (geotecnia, sismología, hidráulica, hidrología, sedimentos, vías, estructuras), ingeniería mecánica, ingeniería ambiental e ingeniería eléctrica, además de profesionales en arquitectura, geología, sistemas de información geográfica y riesgos; a su vez, también posee laboratorio para el análisis de muestras y equipo de perforación para estudios geotécnicos (Integral S.A., 2016).

Misión

Ejercer la ingeniería con ética y calidad dando plena satisfacción a los clientes e incrementando permanentemente la eficiencia, propender por la competencia y el progreso de su recurso humano, obtener en el desarrollo de sus proyectos la armonía con el medio ambiente y buscar un crecimiento sostenible y una rentabilidad que le permita retribuir adecuadamente a sus accionistas y sus empleados (Integral S.A., 2016).

Visión

Ser una empresa colombiana ampliamente reconocida en el ámbito de la ingeniería de consulta con proyección nacional e internacional, competitiva, eficiente y solvente (Integral S.A., 2016).

Líneas de negocio

Energía eléctrica: desarrolla proyectos de generación (hidroeléctrica, térmica, eólica y geotérmica) incluyendo diseños conceptuales o de prefactibilidad, diseños de factibilidad, diseños para licitación, diseños detallados para construcción, interventorías o asesoría durante la construcción y puesta en operación del proyecto (Integral S.A., 2016).

Infraestructura y transporte: desarrolla estudios, diseños e interventoría de proyectos de transporte, a nivel regional y mundial (Integral S.A., 2016).

Minería e hidrocarburos: desarrolla estudios en los sectores minero y de hidrocarburos para minería de carbón, ferroníquel, oro, calizas y áridos para la industria de la construcción, entre otros, así como en explotaciones de petróleo y gas (Integral S.A., 2016).

Agua potable y saneamiento: desarrolla proyectos de optimización del recurso hídrico, planes maestros, sistemas de captación de agua, embalses de regulación, sistemas de tratamiento de aguas, sistemas de conducción a presión o gravedad, redes de alcantarillado, diseños de acueductos, estaciones de bombeo, redes hidrosanitarias y plantas de tratamiento de aguas crudas y residual (Integral S.A., 2016).

8 DOCUMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS

8.1 Identificación de lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral S.A.

8.1.1 Revisión de la información existente

Inicialmente, se realizó una revisión de toda la documentación de la empresa donde se encuentran los planes, manuales y formatos que se utilizan para la gestión de los proyectos y donde se encontró que no existe información referente a la gestión de las lecciones aprendidas.

Como segundo plano se realizaron entrevistas con el personal clave que trabaja en los proyectos y donde se encontró que para dos proyectos específicos que no habían tenido el mejor desempeño y resultados económicos se habían realizado secciones de grupo en torno a determinar cuáles fueron las fallencias o lecciones aprendidas, pero no se generó documentación e información oficial alguna para la compañía y no se compartieron los hallazgos, esto fue solo para el personal directamente implicado en el proyecto.

Se resume entonces que la compañía no tiene una política dentro de la gestión de los proyectos referente a las lecciones aprendidas y que implique su identificación, recolección, clasificación, análisis, planes de acción y divulgación.

8.1.2 Metodología para el levantamiento de la información

En vista de que la compañía no tiene establecidas metodologías o planes para la gestión de las lecciones aprendidas y de donde se esperaba partir para la revisión y mejora de estos procesos, se presenta a continuación el diseño para la identificación y recolección de las lecciones aprendidas.

8.1.2.1 Encuesta

Se diseñó un cuestionario que estaba dividido en las diez áreas del conocimiento, y donde para cada una de estas áreas se seleccionaron preguntas clave que apuntaban a cómo se desarrollaban los procesos, lo que permitió identificar y analizar la información de manera más concreta e individual.

Tabla 2. Encuesta para la recolección de lecciones aprendidas

PREGUNTAS
Integración
¿Se cumplió con los requisitos de aprobación definidos?
¿Se aplicaron lecciones aprendidas?
¿Se generaron lecciones aprendidas?
¿Se generaron oportunamente acciones correctivas y preventivas?
¿Se hizo adecuadamente el cierre de los contratos del proyecto?
Alcance
¿Se definió el alcance del proyecto y los entregables?
¿Se definió el alcance del producto?
¿Se definieron criterios de aceptación de los entregables del proyecto?
¿Se identificaron las restricciones del proyecto?
¿Se identificaron los supuestos del proyecto?
¿Se definieron las especificaciones del proyecto?
¿Se definieron los objetivos del proyecto?
¿Se elaboró la WBS?
¿Se analizaron las solicitudes de cambio para no afectar el alcance?
¿Se documentaron adecuadamente los controles de cambio del proyecto?
¿Se llevó registro histórico de las líneas base inicial con control de cambios?
Tiempo
¿Se definieron hitos del cronograma?
¿Se identificó la ruta crítica?
¿Se hizo la estimación de recursos de las actividades?
¿Se hizo la estimación de la duración de las actividades?
¿Frecuencia con la que se controló el cronograma?
Costos
¿Se identificó la limitación de fondos?
¿Se utilizaron fuentes verídicas de información para hacer los estimados de costos?
¿Se cumplió con un adecuado control de los estimados de costos?
¿Se reportaron mensualmente los indicadores de valor ganado?

PREGUNTAS
¿Se hizo reserva de contingencias?
Calidad
¿Se elaboró el plan de calidad?
¿Se realizó el aseguramiento de calidad?
¿Se realizó el control de calidad?
¿Se generaron planes de mejora continua?
Recursos humanos
¿A los miembros del equipo del proyecto se les definieron sus roles y responsabilidades?
¿Se hizo un plan de desarrollo de competencias para los empleados de los equipos de proyecto?
¿Se evaluó el desempeño del equipo de trabajo? ¿Frecuencia?
¿Se conformó el equipo del proyecto?
¿Se hizo la vinculación formal de los miembros del equipo?
¿Existe evidencia formal de la vinculación?
¿Ha existido rotación de personal del equipo del proyecto? ¿En que ha afectado el desempeño?
Comunicaciones
¿Elaboró el plan de comunicaciones oportunamente?
¿Se identificaron los interesados desde fases tempranas?
¿La distribución de la información se realizó de manera confiable?
¿Se gestionaron los interesados?
¿Se mantuvieron informados los involucrados acerca del avance del proyecto, sus contratiempos e hitos relevantes?
Riesgos
¿Se elaboró el plan de gestión de riesgos?
¿Se identificaron los riesgos iniciales del proyecto?
¿Se realizó el análisis cualitativo de riesgos?
¿Se realizó el análisis cuantitativo de riesgos?
¿Se elaboraron los planes de respuesta a los riesgos?
¿Se realizó el seguimiento al desarrollo de los planes de riesgos?
¿Se actualizaron continuamente los riesgos?
Adquisiciones
¿Se elaboró el plan de compras y adquisiciones?
¿Se elaboró la estrategia de contratación acorde a las necesidades del proyecto?
¿Se planificaron los contratos a desarrollar en el proyecto?

PREGUNTAS
¿Se aseguraron los tiempos precontractuales de los contratos a desarrollar en el cronograma?
¿Se cumplió con la administración de los contratos del proyecto?
¿El manejo o relacionamiento con los contratistas/consultores/proveedores involucrados en el proyecto facilitó el éxito del mismo?
¿Se hizo el cierre adecuado de los contratos asociados al proyecto?
Interesados
¿Se tiene estandarizado el proceso de "identificar a los interesados"?
¿Se tiene estandarizado el proceso de "planificar la gestión de los interesados"?
¿Se tiene estandarizado el proceso de "gestionar la participación de los interesados"?
¿Se tiene estandarizado el proceso de "controlar la participación de los interesados"?

Fuente: elaboración propia.

Debido a volumen de la información y con el fin de establecer parámetros de evaluación y decisión, se estableció un método de calificación para las encuestas y el cual se presenta a continuación:

Tabla 3. Sistema de calificación para las encuestas


SISTEMA DE CALIFICACIÓN		
NO / A VECES	0% - 30%	Se deben realizar sugerencias a los procesos
NO / A VECES	31% - 65%	Se deben realizar modificaciones y adecuaciones A los procesos
NO / A VECES	66% - 100%	Se debe hacer el diseño del proceso

Fuente: elaboración propia.

8.1.2.2 Juicio de expertos

Para la recolección de la información por juicio de expertos se diseñó un formato que permitiera recoger las experiencias individuales y personales vividas en los proyectos ya ejecutados, o en ejecución, el cual se presenta a continuación.

Tabla 4. Formato para la recolección de lecciones aprendidas por juicio de expertos

 FORMATO DE RECOLECCIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS	
PROYECTO:	
FECHA:	
NOMBRE:	
CARGO:	
ÁREA :	
TÍTULO	
DESCRIPCIÓN	
CONSECUENCIA	
PLAN DE ACCIÓN	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL GRUPO DE PROCESOS	
INICIO	
PLANEACIÓN	
EJECUCIÓN	
MONITOREO Y CONTROL	
CIERRE	
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÁREA DEL CONOCIMIENTO	
INTEGRACIÓN	
ALCANCE	
TIEMPO	
COSTO	
CALIDAD	
RH	
COMUNICACIONES	
RIESGOS	
ADQUISICIONES	
INTERESADOS	

Fuente: elaboración propia.

8.1.3 Selección del personal a entrevistar y encuestar

A continuación, se presenta el listado del personal a encuestar y entrevistar, el cual fue seleccionado teniendo en cuenta que es personal clave en el desarrollo de los proyectos, desde su fase inicial, que comprende la elaboración de la propuesta técnica y económica para presentarse a la licitación, hasta su cierre, que comprende la entrega final de los productos al cliente.

Tabla 5. Listado de personal a entrevistar y encuestar

NOMBRE	CARGO	ÁREA
Jhon Walter Cardona	Coordinador	Hidrología e hidráulica
Luis Fernando Restrepo	Gerente	Minería e infraestructura
Gabriel Lacouture	Director de área	Hidrología e hidráulica
Javier Arbeláez	Coordinador	Centrales
Federico Posada	Coordinador	Hidrología e hidráulica
Juliana Vélez	Ingeniero senior	Hidrología e hidráulica
David Calderón	Ingeniero senior	Hidrología e hidráulica
Diego Castrillón	Ingeniero senior	Equipos hidromecánicos
Mario Cesar Cano	Coordinador	Equipos hidromecánicos
Juan Pablo Ramírez	Director de área	Gerencia administrativa
Jose Ignacio Hernandez	Director proyecto	Energía
Catalina Jaramillo	Director proyecto	Minería e infraestructura
Nicolás Londoño	Coordinador	Estructuras
Catalina Sierra	Coordinador	Hidrología e hidráulica
María Eugenia	Director de área	Centrales
Marlon Bedoya	Coordinador	Hidrología e hidráulica

Fuente: elaboración propia.

8.1.4 Resultados

8.1.4.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la sesión de juicio de expertos donde fueron obtenidas 27 lecciones aprendidas en todas las áreas del conocimiento.

Tabla 6. Lecciones aprendidas por juicio de expertos

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE	NEGATIVA	Todo el personal del proyecto tiene comunicación directa con el cliente	El cliente pone trabajos adicionales sin contar con la programación y los costos y se adquieren compromisos sin el consentimiento de las demás áreas y la dirección del proyecto
CONOCIMIENTO DEL ALCANCE	NEGATIVA	Nadie lee y estudia el alcance antes de iniciar el proyecto o no está bien definido	Se termina haciendo más trabajo de la cuenta, lo que se traduce en pérdidas económicas
MODIFICACIÓN DE LOS PLANOS	NEGATIVA	Todo el mundo tiene permiso para modificar los planos y enviarlos al cliente	No hay control de las versiones y constantemente el cliente recibe los planos en la versión que no es
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	NEGATIVA	No se cuenta con metodologías únicas para realizar los diseños, cada vez que se inicia un diseño que ya se ha realizado en el pasado se empieza desde cero	No se aprovecha el conocimiento ganado, la experiencia, el know how y el tiempo invertido anteriormente.

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
TOMA DE DECISIONES	NEGATIVA	Demora en la toma de decisiones técnicas y administrativas	Se pierde mucho tiempo mientras todos opinan por separado y se decide qué hacer
CONTROL DE COSTOS	NEGATIVA	No se realiza un control periódico de costos asignados versus el avance del proyecto	No hay forma de tomar los respectivos correctivos a tiempo, el proyecto se gasta más recursos de lo esperado y se pierde rentabilidad
INTEGRACIÓN DE LOS DISEÑOS	NEGATIVA	No hay una persona que integre y coordine los diseños de las diferentes disciplinas	Errores de diseño, reprocesos, versiones desactualizadas y diseños que no coinciden entre sí
REVISIÓN DE PRODUCTOS	NEGATIVA	Los productos llegan al cliente sin el adecuado control de revisión	Malestar en el cliente por errores e inconsistencias y productos de mala calidad
ASIGNACIÓN DE RECURSO HUMANO	NEGATIVA	Empiezan los proyectos y no hay claridad de cuáles personas van a trabajar en él y en qué actividades	Nadie se hace responsable de una actividad y se pierde mucho tiempo
ENTREGABLES	NEGATIVA	No se tiene claro cuáles son los productos o entregables	En algunos casos se entrega más información de la requerida y en otros queda faltando
FECHAS DE ENTREGA	NEGATIVA	No se tienen claras las fechas de entrega de los productos o entregables	Malestar en el cliente por no entregar cuando él quería, o a veces por cumplir la entrega no se

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
			entrega de la mejor manera
CONTRATACIÓN APRESURADA	NEGATIVA	Se presentan propuestas de las cuales no se cuenta con el personal técnico requerido y una vez adjudicada se realiza una contratación apresurada del personal requerido	Se pierde mucho tiempo en el proyecto mientras se contrata el personal, y a veces no se encuentran los profesionales idóneos para el trabajo y se deben capacitar o aprender sobre la marcha del proyecto, lo que lleva a entregas tardías y de mala calidad
COMUNICACIONES ENTRE ÁREAS	NEGATIVA	Falta de comunicación continua y oportuna entre las áreas que comparten un diseño multidisciplinario	Áreas trabajando con información desactualizada que generan errores en los diseños y reprocesos
ETAPA DEL PROYECTO	NEGATIVA	No se tienen claros los alcances o diferencias entre una factibilidad, un diseño básico, un diseño para licitación y un diseño para construcción	Se termina haciendo más trabajo del requerido
KNOW HOW	NEGATIVA	La información técnica de otros proyectos o la experiencia ganada no se encuentra fácilmente	Se empieza desde cero un diseño parecido a otro proyecto y no se tiene en cuenta la experiencia

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
		o no está disponible	ganada; se pierde tiempo que ya fue ganado en el pasado
MEMORIAS DE CÁLCULO	NEGATIVA	No se realizan adecuadamente las memorias de cálculo durante la ejecución de los diseños	No hay trazabilidad a los diseños
AMPLIACIÓN DEL ALCANCE	NEGATIVA	Durante la ejecución del proyecto el cliente pide trabajos adicionales y no se cobran	Se realiza más trabajo por la misma plata, disminución de la rentabilidad
PROPUESTAS	NEGATIVA	Muchos errores cuando se presentan las propuestas	Pérdidas económicas al ser adjudicadas
ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN PROPUESTAS	NEGATIVA	Cada vez que se prepara una propuesta no hay claridad sobre los recursos requeridos para una actividad específica	Sobreasignación de recursos y subestimación de recursos
LECCIONES APRENDIDAS	NEGATIVA	No se realizan reuniones de cierre del proyecto para identificar las falencias y corregirlas para los proyectos futuros	Siempre se cometen los mismos errores y se presentan los mismos problemas

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
MANEJO DE LA INFORMACIÓN	NEGATIVA	Desorden en el manejo de la información en la red	No hay forma de saber dónde está un producto determinado y cuál es su historia y su última versión
CULTURA PRELIMINAR	NEGATIVA	Se entrega la información de manera preliminar para poder cumplir, pero después cuando se entrega la definitiva cambia todo generando reprocesos en toda la cadena que usó dicha información	El mismo trabajo se hace dos y tres veces
ROTACIÓN DEL PERSONAL	NEGATIVA	Alta rotación del personal técnico que participa en los proyectos	Se pierde mucho tiempo en la elaboración de los diseños de un proyecto mientras que el nuevo ingeniero estudia la información y entiende el proyecto
AVANCE DE LOS DISEÑOS	NEGATIVA	Desfase en el avance del trabajo entre las diferentes áreas que intervienen en un diseño	Pérdida de tiempo por falta de información de forma oportuna de otras áreas
ELABORACIÓN DE PROPUESTAS	NEGATIVA	Falta de directrices claras para la elaboración de las propuestas, faltan estrategias claras para que la propuesta sea	Las propuestas no quedan bien elaboradas

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	POSITIVA O NEGATIVA	PROBLEMA	CONSECUENCIAS
		ganadora	
RECORTE DE RECURSOS EN PROPUESTAS	NEGATIVA	Al final de la elaboración de las propuestas la gerencia hace un recorte considerable de los recursos para poder ganar el trabajo	La propuesta es adjudicada con mucho menos de los recursos requeridos, lo que se traduce en entregas tardías al cliente y sobrecostos para la empresa, pérdida de rentabilidad

Fuente: elaboración propia.

8.1.4.2 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las encuestas realizadas al personal seleccionado para dicho fin.

Tabla 7. Resultados de las encuestas sobre lecciones aprendidas

PREGUNTAS	TOTALES					
	SÍ		NO		AVECES	
Integración	6	7,5%	57	71%	17	21%
¿Se cumplió con los requisitos de aprobación definidos?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Se aplicaron lecciones aprendidas?	0	0%	13	81%	3	19%
¿Se generaron lecciones aprendidas?	0	0%	13	81%	3	19%
¿Se generaron oportunamente acciones correctivas y preventivas?	0	0%	10	63%	6	38%
¿Se hizo adecuadamente el cierre de los contratos del proyecto?	3	19%	8	50%	5	31%
Alcance	87	49%	46	26%	43	24%
¿Se definió el alcance del proyecto y los entregables?	13	81%	0	0%	3	19%
¿Se definió el alcance del producto?	11	69%	2	13%	3	19%
¿Se definieron los criterios de aceptación de los entregables del proyecto?	3	19%	5	31%	8	50%

PREGUNTAS	TOTALES					
	SÍ		NO		AVECES	
¿Se identificaron las restricciones del proyecto?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Se identificaron los supuestos del proyecto?	11	69%	2	13%	3	19%
¿Se definieron las especificaciones del proyecto?	11	69%	2	13%	3	19%
¿Se definieron los objetivos del proyecto?	13	81%	3	19%	0	0%
¿Se elaboró la WBS?	13	81%	3	19%	0	0%
¿Se analizaron las solicitudes de cambio para no afectar el alcance?	3	19%	10	63%	3	19%
¿Se documentaron adecuadamente los controles de cambio del proyecto?	3	19%	3	19%	10	63%
¿Se llevó registro histórico de la línea base inicial con control de cambios?	3	19%	3	19%	10	63%
Tiempo	30	38%	12	15%	38	48%
¿Se definieron hitos del cronograma?	8	50%	0	0%	8	50%
¿Se identificó la ruta crítica?	3	19%	10	63%	3	19%
¿Se hizo la estimación de recursos de las actividades?	8	50%	0	0%	8	50%
¿Se hizo la estimación de la duración de las actividades?	8	50%	0	0%	8	50%
¿Frecuencia con la que se controló el cronograma?	3	19%	2	13%	11	69%
Costos	27	35%	36	47%	14	18%
¿Se identificó la limitación de fondos?	10	63%	3	19%	0	0%
¿Se utilizaron fuentes verídicas de información para hacer los estimados de costos?	3	19%	2	13%	11	69%
¿Se cumplió con un adecuado control de los estimados de costos?	3	19%	10	63%	3	19%
¿Se reportaron mensualmente los indicadores de valor ganado?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Se hizo reserva de contingencias?	8	50%	8	50%	0	0%
Calidad	22	34%	24	38%	18	28%
¿Se elaboró el plan de calidad?	14	88%	2	13%	0	0%
¿Se realizó el aseguramiento de calidad?	8	50%	2	13%	6	38%
¿Se realizó el control de calidad?	0	0%	10	63%	6	38%
¿Se generaron planes de mejora continua?	0	0%	10	63%	6	38%
Recursos humanos	37	33%	60	54%	15	13%
¿A los miembros del equipo del proyecto se les definieron los roles y responsabilidades?	3	19%	8	50%	5	31%
¿Se hizo un plan de desarrollo de competencias para los empleados de los equipos de proyecto?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Se evaluó el desempeño del equipo de trabajo? ¿Frecuencia?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Se conformó el equipo del proyecto?	6	38%	0	0%	10	63%
¿Se hizo la vinculación formal de los miembros del equipo?	3	19%	13	81%	0	0%

PREGUNTAS	TOTALES					
	SÍ		NO		AVECES	
¿Existe evidencia formal de la vinculación?	3	19%	13	81%	0	0%
¿Ha existido rotación de personal del equipo del proyecto? ¿En que ha afectado el desempeño?	16	100%	0	0%	0	0%
Comunicaciones	14	18%	59	74%	7	9%
¿Se elaboró el plan de comunicaciones oportunamente?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se identificaron los interesados desde fases tempranas?	0	0%	16	100%	0	0%
¿La distribución de la información se realizó de manera confiable?	3	19%	11	69%	2	13%
¿Se gestionaron los interesados?	3	19%	8	50%	5	31%
¿Se mantuvieron informados los involucrados acerca del avance del proyecto, sus contratiempos e hitos relevantes?	8	50%	8	50%	0	0%
Riesgos	0	0%	112	100%	0	0%
¿Se elaboró el plan de gestión de riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se identificaron los riesgos iniciales del proyecto?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se realizó el análisis cualitativo de riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se realizó el análisis cuantitativo de riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se elaboraron los planes de respuesta a los riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se realizó el seguimiento al desarrollo de los planes de riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se actualizaron continuamente los riesgos?	0	0%	16	100%	0	0%
Adquisiciones	27	24%	64	57%	21	19%
¿Se elaboró el plan de compras y adquisiciones?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se elaboró la estrategia de contratación acorde a las necesidades del proyecto?	0	0%	13	81%	3	19%
¿Se planificaron los contratos a desarrollar en el proyecto?	8	50%	8	50%	0	0%
¿Se aseguraron los tiempos precontractuales de los contratos a desarrollar en el cronograma?	6	38%	8	50%	2	13%
¿Se cumplió con la administración de los contratos del proyecto?	2	13%	11	69%	3	19%
¿El manejo o relacionamiento con los contratistas/consultores/proveedores involucrados en el proyecto facilitó el éxito del mismo?	0	0%	8	50%	8	50%
¿Se hizo el cierre adecuado de los contratos asociados al proyecto?	11	69%	0	0%	5	31%
Interesados	0	0%	64	100%	0	0%
¿Se tiene estandarizado el proceso de “identificar a los interesados”?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se tiene estandarizado el proceso de “planificar la gestión de los interesados”?	0	0%	16	100%	0	0%
¿Se tiene estandarizado el proceso de “gestionar la participación de los interesados”?	0	0%	16	100%	0	0%

PREGUNTAS	TOTALES					
	SÍ		NO		AVECES	
¿Se tiene estandarizado el proceso de “controlar la participación de los interesados”?	0	0%	16	100%	0	0%

Fuente: elaboración propia.

8.2 Clasificación, análisis y recomendaciones de las lecciones aprendidas durante la fase de diseño de proyectos de generación de energía hidráulica en Integral S.A.

8.2.1 Integración

8.2.1.1 Juicio de expertos

A continuación, se presenta la lección aprendida que fue identificada durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación.

Tabla 8. Juicio de expertos (integración)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
LECCIONES APRENDIDAS	No se realizan reuniones de cierre del proyecto para identificar las falencias y corregirlas para los proyectos futuros	Siempre se cometen los mismos errores y se presentan los mismos problemas	Se deben realizar reuniones de cierre de los proyectos y se deben identificar y documentar las lecciones aprendidas

Fuente: elaboración propia.

8.2.1.1 Encuesta

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema de la integración, donde según la calificación establecida para los resultados se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 93% en la suma de las respuestas de no y algunas veces.

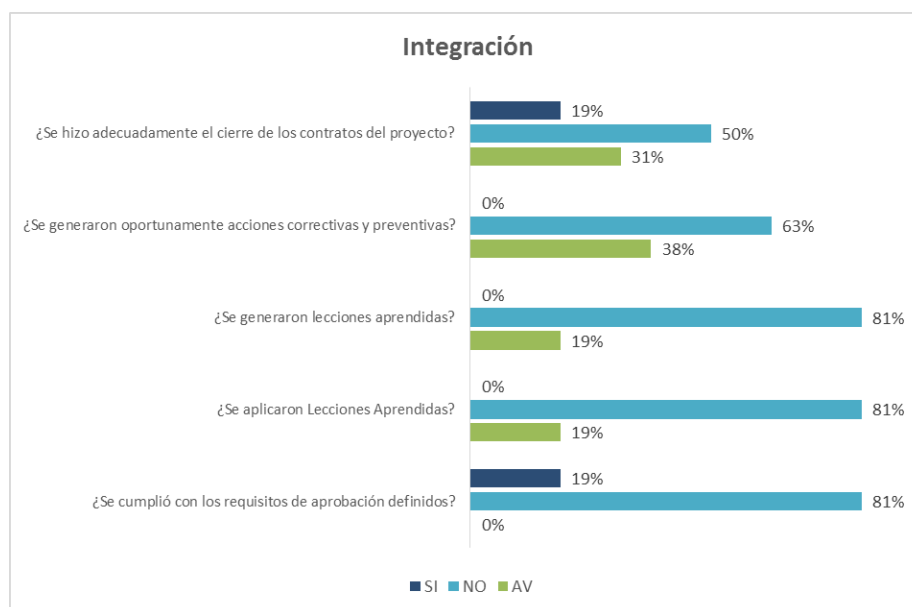


Figura 2. Resultados de encuesta (integración)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de la integración, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican a continuación.



Figura 3. Gestión de la integración

Fuente: elaboración propia.

Como particularidad de este proceso, se debe diseñar también una metodología para la gestión de las lecciones aprendidas como aspecto fundamental para la madurez de los procesos, teniendo en cuenta ya los primeros pasos desarrollados en este trabajo como es el formato para la recolección de las lecciones aprendidas.



Figura 4. Gestión de las lecciones aprendidas

Fuente: elaboración propia.

8.2.2 Alcance

8.2.2.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las cuatro lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 9. Juicio de expertos (alcance)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
CONOCIMIENTO DEL ALCANCE	Nadie lee y estudia el alcance antes de iniciar el proyecto o no está bien definido	Se termina haciendo más trabajo de la cuenta, lo que se traduce en pérdidas económicas	En el momento que se dé la orden de inicio del proyecto el director debe comunicar muy claramente el alcance a cada uno de los jefes de área y coordinadores

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
ENTREGABLES	No se tienen claro cuáles son los productos o entregables	En algunos casos se entrega más información de la requerida y en otros queda faltando	Desde el inicio del proyecto deben quedar definidos los entregables y en acuerdo con el cliente, para lo que se debe estandarizar un formato para la creación de la EDT
ETAPA DEL PROYECTO	No se tienen claros los alcances o diferencias entre una factibilidad, un diseño básico, un diseño para licitación y un diseño para construcción	Se termina haciendo más trabajo del requerido	Generar un documento estándar que explique muy claramente en qué consiste cada etapa de un proyecto y cuál debe ser su alcance y los entregables, EDT
AMPLIACIÓN DEL ALCANCE	Durante la ejecución del proyecto el cliente pide trabajos adicionales y no se cobran	Se realiza más trabajo por la misma plata, disminución de la rentabilidad	Si el cliente modifica el alcance o se piden trabajos adicionales se debe renegociar y generar un formato de control de cambio con los niveles de autorización para su aprobación o rechazo

Fuente: elaboración propia.

8.2.2.2 Encuesta

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema del alcance donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de modificaciones y adecuaciones del 51% en la suma de las respuestas de no y algunas veces.

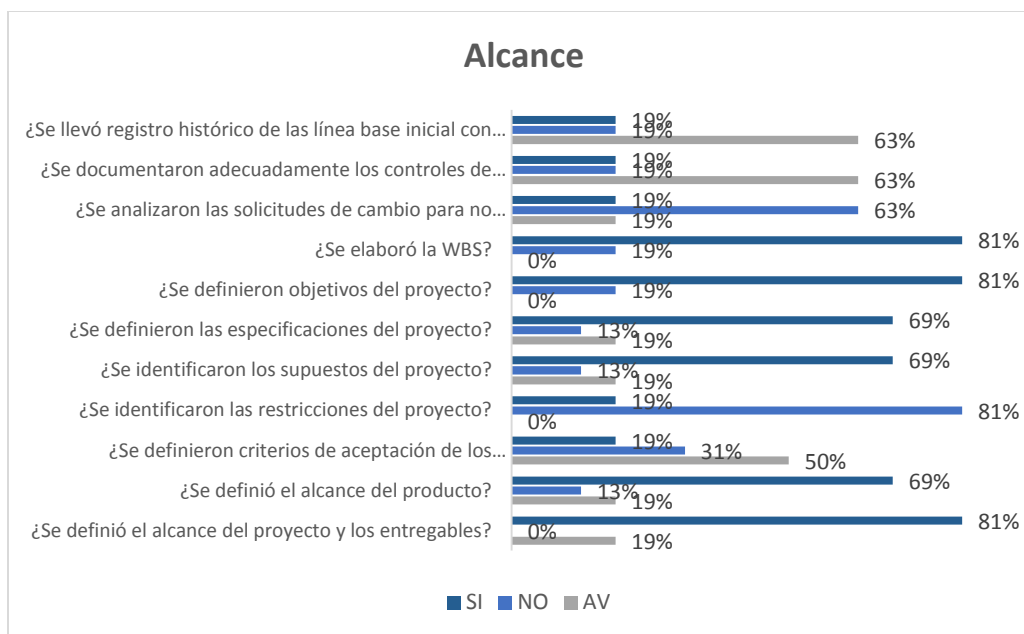



Figura 5. Resultados de encuesta (alcance)

Fuente: elaboración propia.

Aunque como requisito interno antes de iniciar un proyecto el director debe entregar el “Plan de proyecto” en un formato ya estandarizado por la compañía a la gerencia para dar la orden de inicio, esta información referente al alcance, los entregables, la EDT, el programa de ejecución, los recursos y demás información base se queda a nivel directivo y no se comparte con todos los interesados del proyecto; se recomienda entonces que el plan del proyecto sea socializado completamente a todo el personal del proyecto y llevar un registro en un documento de las personas que fueron informadas.

Adicional a lo anterior, y después de revisar el plan del proyecto, hace falta un control de la línea base y los cambios que se puedan presentar durante la ejecución y el avance, por lo que se recomienda introducir el formato de control de cambios como se muestra a continuación:

Tabla 10. Formato de control de cambios

	CONTROL DE CAMBIOS
FECHA:	
PROYECTO:	
RESPONSABLE DEL CAMBIO:	
DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	
RAZÓN DEL CAMBIO	
ENTREGABLES AFECTADOS POR EL CAMBIO	
AFECTACIÓN EN CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	
AFECTACIÓN EN COSTOS	

Fuente: elaboración propia.

8.2.3 Tiempo

8.2.3.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las tres lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 11. Juicio de expertos (tiempo)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
TOMA DE DECISIONES	Demora en la toma de decisiones técnicas y administrativas	Se pierde mucho tiempo mientras todos opinan por separado y se decide qué hacer	Se debe citar a reunión a todos los implicados y tomar las decisiones del caso
KNOW HOW	La información técnica de otros proyectos o la experiencia ganada no se encuentra fácilmente o no está disponible	Se empieza desde cero un diseño parecido a otro proyecto y no se tiene en cuenta la experiencia ganada y se pierde tiempo que ya fue ganado en el pasado	Establecer metodologías para el archivo de la información de los proyectos
AVANCE DE LOS DISEÑOS	Desfase en el avance del trabajo entre las diferentes áreas que intervienen en un diseño	Pérdida de tiempo por falta de información de forma oportuna de otras áreas	El director del proyecto debe velar para que todos los involucrados en el proyecto empiecen según el cronograma de ejecución de los trabajos

Fuente: elaboración propia.

8.2.3.2 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema del tiempo donde según la calificación establecida para los resultados se encontró, en un grado de madurez o nivel de modificaciones y adecuaciones, un total del 63% en la suma de las respuestas no y algunas veces.

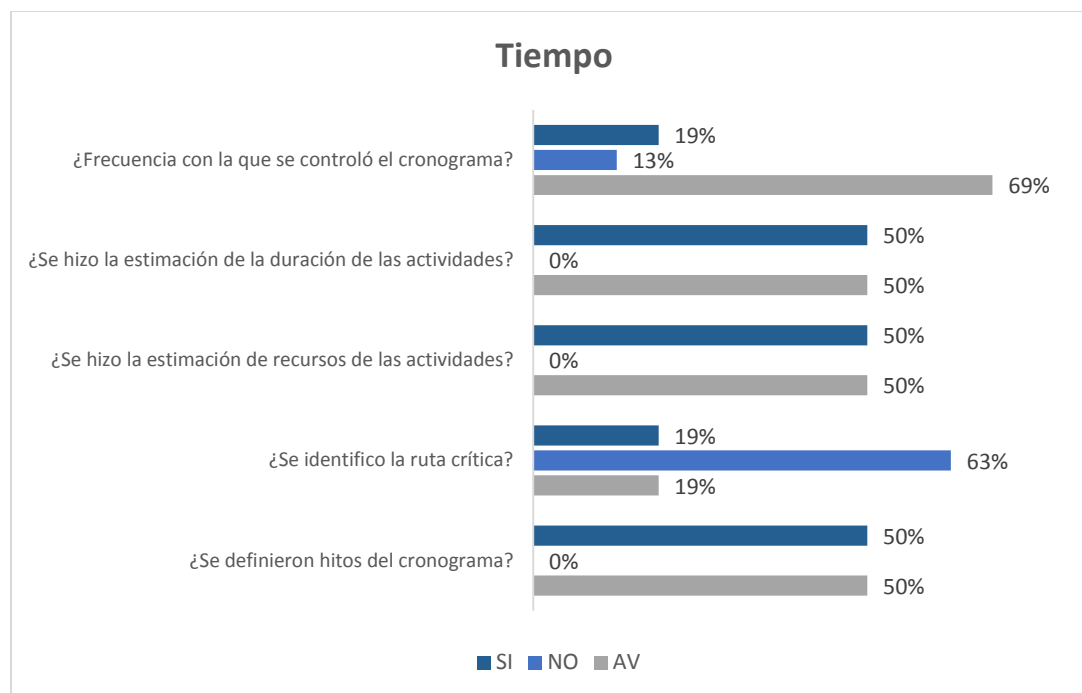


Figura 6. Resultados encuesta (tiempo)

Fuente: elaboración propia.

Basado en la reciente estructura definida para la ejecución de los proyectos de este tipo (proyectos hidroeléctricos) como se muestra en la figura 7, la cual busca que el proyecto pueda partirse en varios subproyectos donde cada uno de estos tenga un responsable (coordinador) y se pueda descentralizar el control total en cabeza del director y con la finalidad de identificar más fácilmente en cuales actividades ocurren los atrasos, se recomienda que cada coordinador, de manera individual, adopte la metodología de la curva en S, como se muestra en la 8, que permita controlar el avance individual de cada frente y responder al director periódicamente, esto permitirá tomar acciones correctivas de una manera más rápida, eficaz y localizada.



Figura 7. Organigrama general de responsabilidades de los proyectos

Fuente: elaboración propia.

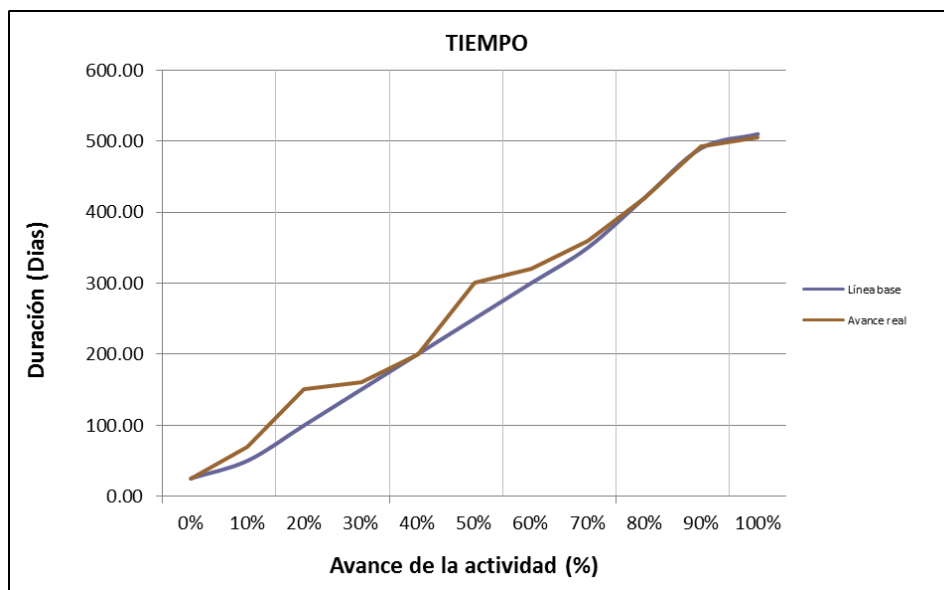


Figura 8. Control del tiempo por la metodología de curva en S

Fuente: elaboración propia.

8.2.4 Costos

8.2.4.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las tres lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 12. Juicio de expertos (costos)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
CONTROL DE COSTOS	No se realiza un control periódico de costos asignados versus el avance del proyecto	No hay forma de tomar los respectivos correctivos a tiempo, el proyecto se gasta más recursos de lo esperado y se pierde rentabilidad	Realizar un control periódico de costos asignados versus el avance de los proyectos
ASIGNACIÓN DE RECURSOS EN PROPUESTAS	Cada vez que se prepara una propuesta no hay claridad en los recursos requeridos para una actividad específica	Sobreasignación de recursos y subestimación de recursos	Basado en la experiencia de Integral en los proyectos ejecutados se debe contar con un banco de datos que permita establecer rápidamente qué recursos se requieren para una actividad específica
RECORTE DE RECURSOS EN PROPUESTAS	Al final de la elaboración de las propuestas la gerencia hace un recorte considerable de los recursos para poder ganar el trabajo	La propuesta es adjudicada con mucho menos de los recursos requeridos, lo que se traduce en entregas tardías al cliente y sobrecostos para la empresa, pérdida de rentabilidad	El tema de recortar los recursos en la propuesta debe ser evaluado con mejor juicio por todos los actores implicados

Fuente: elaboración propia.

8.2.4.2 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema de costos donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de modificaciones y adecuaciones del 65 % en la suma de las respuestas no y algunas veces.

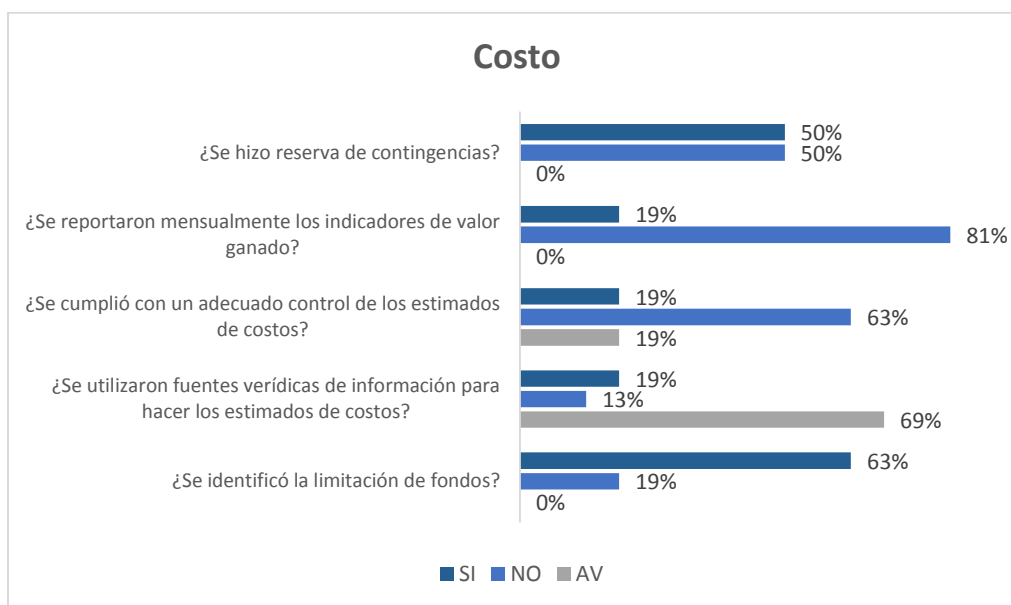


Figura 9. Resultado encuesta (costos)

Fuente: elaboración propia.

Basado en la metodología definida por la compañía para la ejecución de los proyectos, como se expresó en el capítulo anterior, y de la misma forma que se recomendó controlar el avance de las actividades, así mismo se sugiere el control de los costos, como se muestra a continuación.

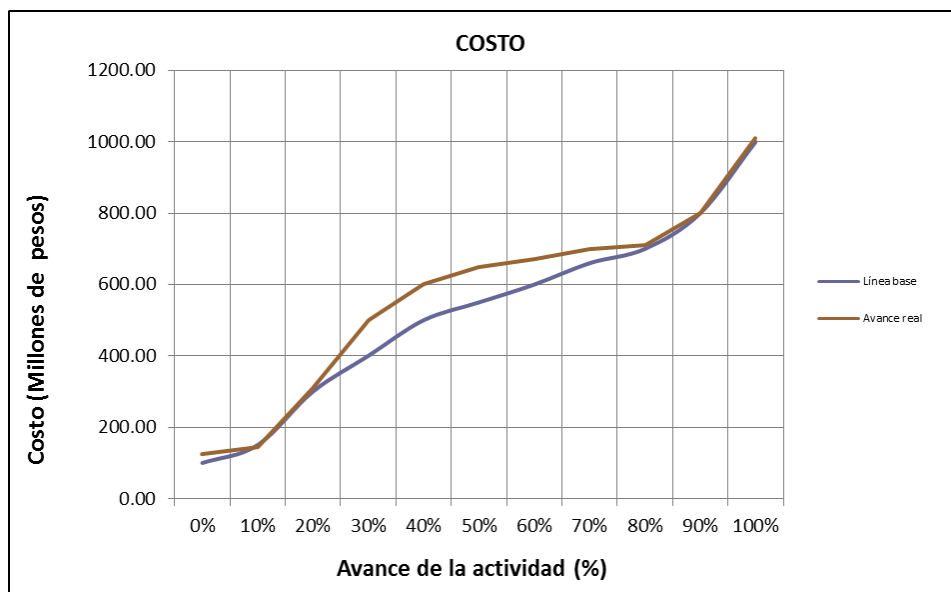


Figura 10. Curva en S para el control de los costos
Fuente: elaboración propia.

8.2.5 Calidad

8.2.5.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las seis lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 13. Juicio de expertos (calidad)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
MODIFICACIÓN DE LOS PLANOS	Todo el mundo tiene permiso para modificar los planos y enviarlos al cliente	No hay control de las versiones y constantemente el cliente recibe los planos en la versión que no es	Los planos deben ser únicamente modificados y controlados por el responsable de la obra

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	No se cuenta con metodologías únicas para realizar los diseños, cada vez que se inicia un diseño que ya se ha realizado en el pasado se empieza desde cero	No se aprovecha el conocimiento ganado, la experiencia, el know how y el tiempo invertido anteriormente.	Se debe implementar un plan para estandarizar las metodologías para realizar los diseños
REVISIÓN DE PRODUCTOS	Los productos llegan al cliente sin el adecuado control de revisión	Malestar en el cliente por errores e inconsistencias y productos de mala calidad	Un producto final para el cliente nunca se puede enviar sin su respectivo control de revisión
MEMORIAS DE CÁLCULO	No se realizan adecuadamente las memorias de cálculo durante la ejecución de los diseños	No hay trazabilidad de los diseños	Los directores del proyecto deben exigir las memorias de cálculo como un entregable interno
PROPUESTAS	Muchos errores cuando se presentan las propuestas	Pérdidas económicas al ser adjudicadas	Revisar y fortalecer el área de licitaciones y sus procedimientos para obtener un mejor control de las propuestas
CULTURA PRELIMINAR	Se entrega la información de manera preliminar para poder cumplir, pero después cuando se entrega la definitiva cambia todo, lo que genera reprocesos en la cadena que usó dicha información	El mismo trabajo se hace dos y tres veces	Se debe cambiar la cultura de entregar por cumplir o entregar de forma preliminar, cuando se entregue algo debe ser definitivo

Fuente: elaboración propia.

8.2.5.2 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema de calidad donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 66% en la suma de las respuestas no y algunas veces.

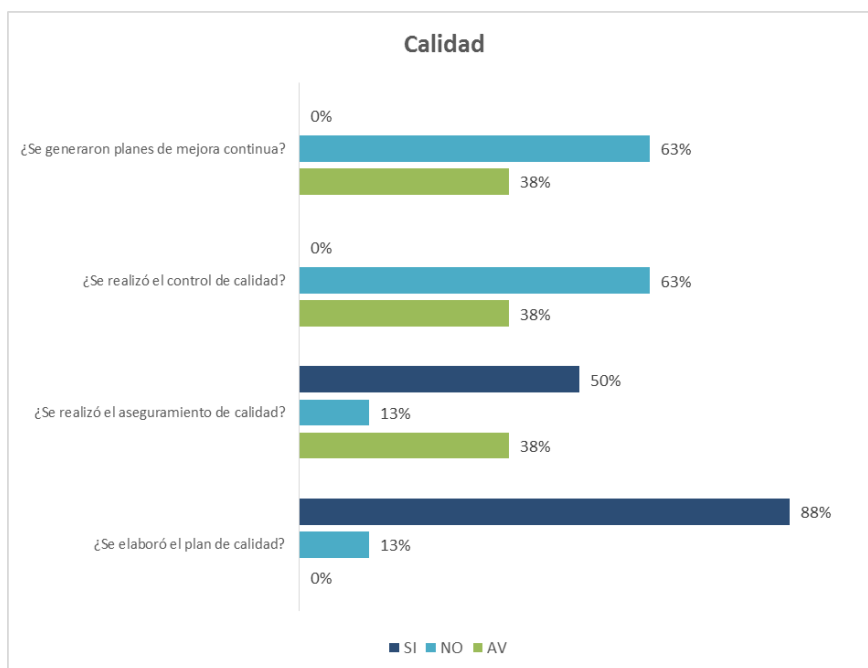


Figura 11. Resultados encuesta (calidad)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de la calidad, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican a continuación.

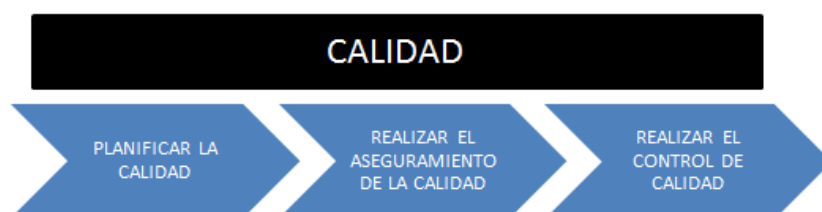


Figura 12. Programa de gestión de la calidad

Fuente: elaboración propia.

8.2.6 Recursos humanos

8.2.6.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las tres lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 14. Juicio de expertos (recursos humanos)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
ASIGNACIÓN DE RECURSO HUMANO	Empiezan los proyectos y no hay claridad de cuales personas van a trabajar en él y en qué actividades	Nadie de una área determinada se hace responsable de una actividad y se pierde mucho tiempo	Desde un principio debe quedar definido el personal que trabajará en el proyecto y cuál será su responsabilidad
CONTRATACIÓN APRESURADA	Se presentan propuestas de las cuales no se cuenta con el personal técnico requerido y una vez adjudicada se realiza una contratación apresurada del personal requerido	Se pierde mucho tiempo en el proyecto mientras se contrata el personal, y a veces no se encuentran los profesionales idóneos para el trabajo y se deben capacitar o aprender sobre la marcha del proyecto, lo que lleva a entregas tardías y de mala calidad	La empresa debe evaluar mejor si se presenta a un proyecto donde se sabe no se tiene la capacidad técnica y operativa para ejecutarlo
ROTACIÓN DEL PERSONAL	Alta rotación del personal técnico que participa en los proyectos	Se pierde mucho tiempo en la elaboración de los diseños de un proyecto mientras que el nuevo ingeniero estudia la información y entiende el proyecto	La empresa debe tener políticas claras de retención y proyección dentro de la empresa y del personal clave que participa en los proyectos

Fuente: elaboración propia.

8.2.6.1 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema de recursos humanos donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 67% en la suma de las respuestas no y algunas veces.

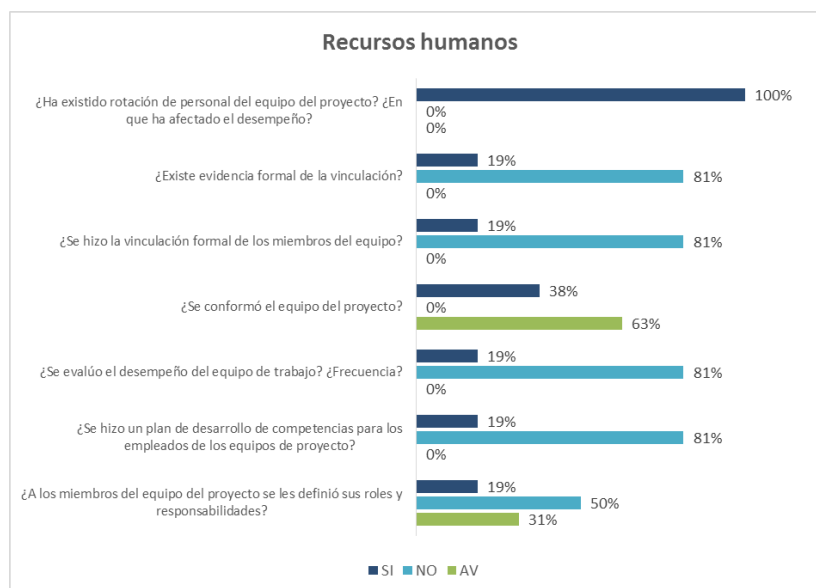


Figura 13. Resultados encuesta (recursos humanos)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de los recursos humanos, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican a continuación.

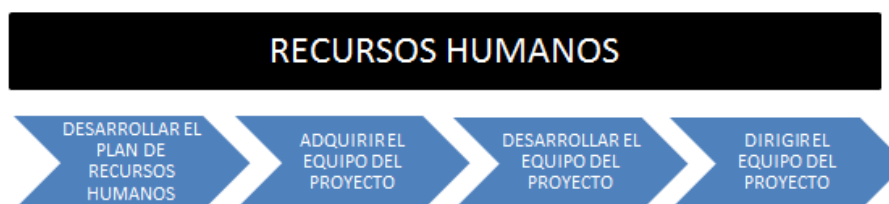


Figura 14. Programa de gestión de los recursos humanos

Fuente: elaboración propia.

8.2.7 Comunicaciones

8.2.7.1 Juicio de expertos

A continuación, se presentan las cinco lecciones aprendidas que fueron identificadas durante las sesiones de juicio de expertos y el plan de acción o recomendación para cada una de ellas.

Tabla 15. Juicio de expertos (comunicaciones)

LECCIÓN APRENDIDA			
TÍTULO	PROBLEMA	CONSECUENCIAS	PLAN DE ACCIÓN
COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE	Todo el personal del proyecto tiene comunicación directa con el cliente	El cliente pone trabajos adicionales sin contar con la programación y los costos y se adquieren compromisos sin el consentimiento de las demás áreas y la dirección del proyecto	Toda comunicación con el cliente debe ser única y exclusivamente con el director del proyecto
INTEGRACIÓN DE LOS DISEÑOS	No hay una persona que integre y coordine los diseños de las diferentes disciplinas	Errores de diseño, reprocesos, versiones desactualizadas y diseños que no coinciden entre sí	En todos los diseños donde intervengan más de dos disciplinas debe haber un ingeniero integrador de los diseños
COMUNICACIONES ENTRE ÁREAS	Falta de comunicación continua y oportuna entre las áreas que comparten un diseño multidisciplinario	Áreas trabajando con información desactualizada que generan errores en los diseños y reprocesos	Un diseño interdisciplinario debe tener reuniones periódicas de seguimiento donde intervengan todos los involucrados
MANEJO DE LA INFORMACIÓN	Desorden en el manejo de la información en la red	No hay forma de saber dónde está un producto determinado y cuál es su historia y su última versión	Cada director de proyecto una vez inicie el proyecto deberá definir una política clara del manejo y archivo de la información en la red
ELABORACIÓN DE PROPUESTAS	Falta de directrices claras para la elaboración de las propuestas, faltan estrategias claras para que la propuesta sea ganadora	Las propuestas no quedan bien elaboradas	Directrices claras para la elaboración de las propuestas y estrategias claras para que la propuesta sea ganadora

Fuente: elaboración propia.

8.2.7.2 Encuestas

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta referente al tema de comunicaciones donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 83% en la suma de las respuestas no y algunas veces.

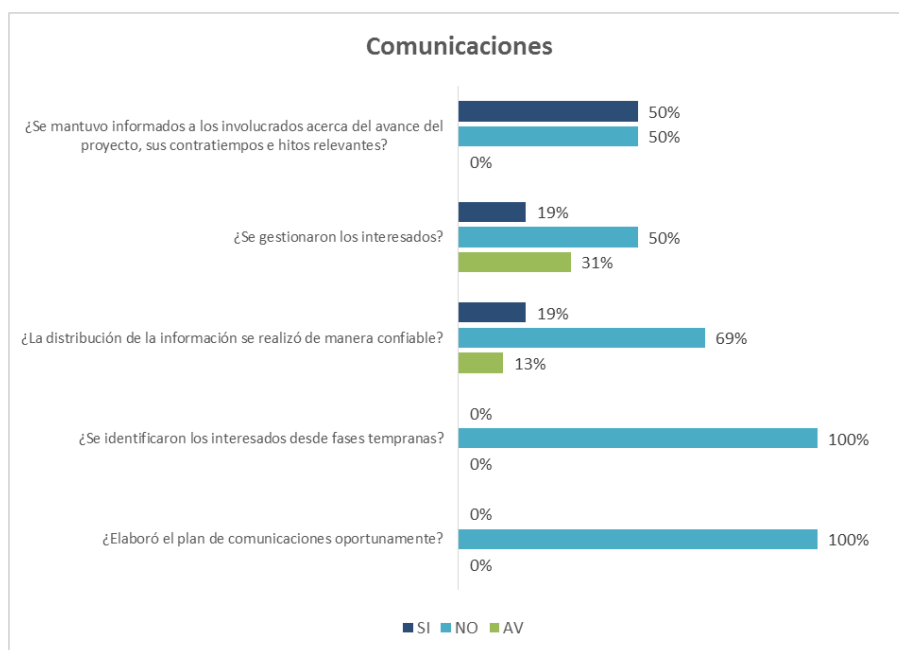


Figura 15. Resultado encuesta (comunicaciones)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de las comunicaciones, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican a continuación.



Figura 16. Programa de gestión de las comunicaciones

Fuente: elaboración propia.

8.2.8 Riesgos

8.2.8.1 Juicio de expertos

No se obtuvo información por medio del juicio de expertos referente al tema de los riesgos.

8.2.8.2 Encuestas

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta referente al tema de riesgos donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 100% en la suma de las respuestas negativas.

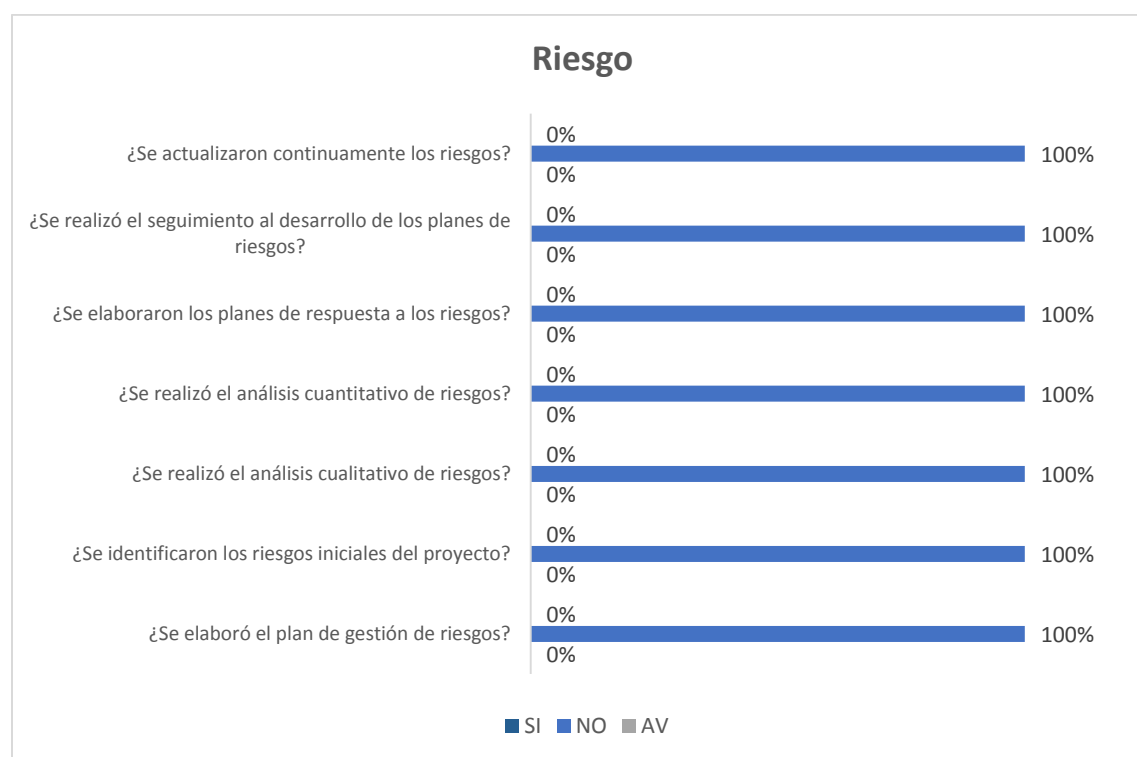


Figura 17. Resultados encuesta (riesgos)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de los riesgos, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican a continuación.



Figura 18. Programa de gestión del riesgo

Fuente: elaboración propia.

- Identificación del riesgo

Básicamente consiste en involucrar a todos los interesados del proyecto para que, por medio de sesiones de grupo, juicio de expertos o entrevistas ayuden a la identificación de cada uno de los riesgos que pueden afectar el desempeño y la planeación (costos, tiempo y alcance) del proyecto.

- Análisis del riesgo

Una vez se tengan identificados los riesgos que pueden afectar el proyecto estos se deben priorizar o clasificar teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia y la magnitud del impacto, si se llegan a presentar.

- Respuesta al riesgo

En esta etapa se deberán plantear las estrategias y planes de acción individuales para cada uno de los riesgos teniendo en cuenta su grado de importancia o clasificación, así como la selección de los responsables directos encargados de actuar rápidamente en caso de materializarse uno de los riesgos.

- Monitoreo y control del riesgo

Es el proceso por medio del cual se realiza un seguimiento constante a todos los riesgos identificados y se alerta en caso de que alguno se materialice, para que se puedan activar los planes de respuesta a los mismos; también en esta etapa se identifican los nuevos riesgos, se actualizan los existentes y se determina cuáles son obsoletos.

8.2.9 Adquisiciones

8.2.9.1 Juicio de expertos

No se obtuvo información por medio del juicio de expertos referente al tema de las adquisiciones.

8.2.9.2 Encuesta

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta referente al tema de adquisiciones donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 76% en la suma de las respuestas negativas y algunas veces.

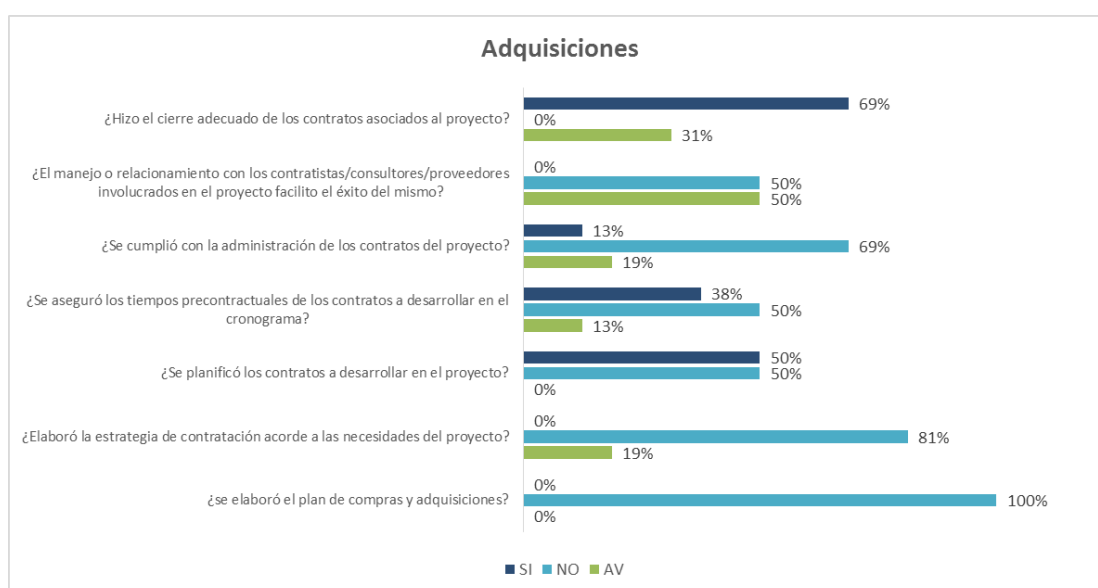


Figura 19. Resultado encuesta (adquisiciones)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de las adquisiciones, por lo tanto, se sugiere que se diseñe un programa de gestión de los mismos siguiendo los pasos que se indican.

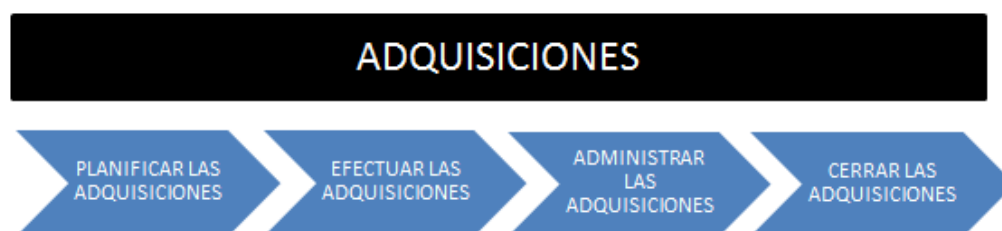


Figura 20. Programa de gestión de las adquisiciones

Fuente: elaboración propia.

- Planificar las adquisiciones

Este proceso consiste en documentar las necesidades de adquirir los productos y servicios que el proyecto requiere para su ejecución, cómo será la forma de adquirirlos y cuáles los posibles proveedores.

- Efectuar las adquisiciones

Este proceso consiste en obtener respuestas o cotizaciones de los vendedores del servicio o producto que se desea adquirir basados en criterios de calificación y selección, previamente establecidos por la compañía que adjudica los contratos.

- Administrar las adquisiciones

En este proceso se administran los contratos para garantizar que se cumpla con las respectivas obligaciones contractuales.

- Cerrar las adquisiciones

En este proceso se realiza el cierre final de todos los contratos o elementos contractuales del proyecto, lo cual también incluye resolver cualquier asunto pendiente o reclamación en una negociación de las partes.

8.2.10 Interesados

8.2.10.1 Juicio de expertos

No se obtuvo información por medio del juicio de expertos referente al tema de los interesados.

8.2.10.2 Encuestas

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta referente al tema de los interesados donde, según la calificación establecida para los resultados, se encontró un grado de madurez o nivel de diseño del 100% en la suma de las respuestas negativas.

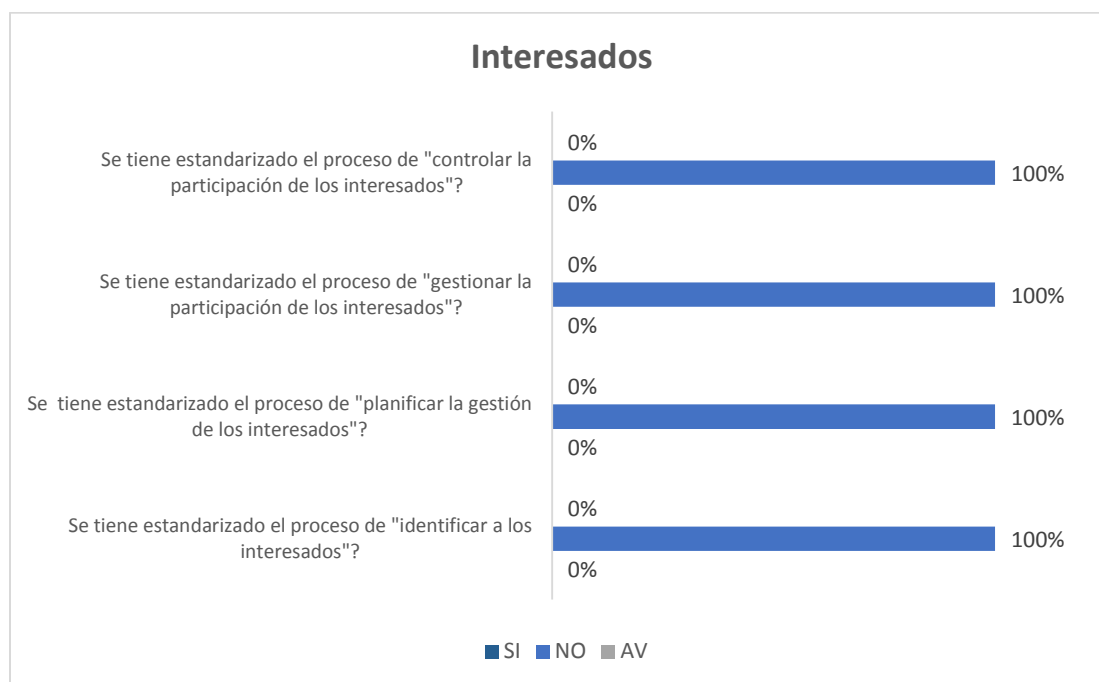


Figura 21. Resultados encuesta (interesados)

Fuente: elaboración propia.

Según se observa en los resultados de las encuestas, en los proyectos realizados no se tiene establecido un programa de gestión de los interesados, por lo tanto, se sugiere que se diseñe una metodología para la gestión de los interesados siguiendo los pasos que se indican.



Figura 22. Programa de gestión de los interesados

Fuente: elaboración propia.

- Identificar los interesados

En este proceso se realiza la identificación de todos los actores implicados en el proyecto, de manera directa o indirecta, y si son externos o internos, y se clasifican de acuerdo a su grado de importancia e impacto en el proyecto.

- Planificar la gestión de los interesados

En este proceso se crea el plan o la metodología de cómo se mantendrán las relaciones entre el equipo del proyecto y los interesados, con el objeto de satisfacer sus necesidades, requisitos específicos y gestionar su participación de manera eficaz y oportuna.

- Gestionar la participación de los interesados

Consiste en comunicarse y trabajar en conjunto con los interesados durante el desarrollo del proyecto para satisfacer sus inquietudes, demandas y resolver los problemas que puedan presentarse.

- Control de la participación de los interesados

En este proceso se monitorean constantemente las relaciones generales entre los interesados del proyecto y se realizan los ajustes que se requieran o se desarrollen conforme avanza el proyecto, el plan o la metodología para la gestión de los interesados.

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- No se cuenta con una política, metodología o proceso establecido dentro de la organización, referente a la gestión de las lecciones aprendidas en los proyectos y que implique su identificación, recolección, clasificación, análisis, planes de acción y divulgación.
- Durante el proceso de recolección de lecciones aprendidas por medio del juicio de expertos se encontraron 27 lecciones aprendidas distribuidas en las diferentes áreas del conocimiento.
- Para la gestión de los riesgos, las adquisiciones y los interesados no se documentaron lecciones aprendidas por medio del juicio de expertos, lo que evidencia ausencia total de estos procesos en la organización.
- Durante el proceso de recolección de lecciones aprendidas por medio de encuestas se encontró que los procesos que tiene un grado de madurez mayor y solo requieren algunas mejoras son la gestión del alcance, los costos y el tiempo.
- Para los procesos de integración, calidad, recursos humanos y comunicaciones el grado de madurez en los procesos es muy pobre y se recomienda montar los planes de gestión de estos procesos desde cero.
- Los procesos para la adecuada gestión de los proyectos referentes a los riesgos e interesados son los que tienen el menor grado de madurez o grado cero.
- Durante el proceso de recolección de la información de lecciones aprendidas se pudo evidenciar que, aunque la empresa tiene establecidos planes, formatos, instructivos, manuales, plantillas, políticas y demás documentos para la adecuada gestión de los proyectos, estos no se usan o quedan a nivel directivo y no se conocen por parte de todos los involucrados en los proyectos.
- Es importante que se haga una revisión de toda la información (manuales, instructivos, normas, planes, plantillas, políticas, etc.) que se tiene para la gestión de los proyectos bajo la óptica del PMI, donde se haga una revisión y clasificación de dicha información por áreas del conocimiento y nos permita identificar qué hay, qué hay que mejorar y qué hace falta implementar.

- Durante el proceso de recolección de las lecciones aprendidas bajo las metodologías establecidas por el juicio de expertos y encuestas al personal previamente seleccionado y que es pieza fundamental en el desarrollo de los proyectos se evidencia un grado de madurez muy pobre en lo que a la gestión de proyectos y metodologías o estándares mundiales respecta.
- Según lo expuesto anteriormente, y como primera medida, es de vital importancia que todo el personal involucrado en la ejecución de los proyectos reciba capacitación respecto a las técnicas y estándares internacionales para la gestión de los proyectos y más en una organización que funciona actualmente por proyectos.
- Se debe establecer una metodología o plan de gestión de lecciones aprendidas que permita revisar constantemente los procesos e identificar las oportunidades de mejora durante la ejecución de los proyectos.

10 REFERENCIAS

Áreas del conocimiento del PMBOK (2016). Recuperado de http://www.liderdeproyecto.com/manual/areas_de_conocimiento_del_pmbok.html

Association for Project Management (2016). Recuperado de <https://www.apm.org>

Banco Interamericano de Desarrollo (2016). Recuperado de <http://blogs.iadb.org/abierto-al-publico/2015/01/15/como-documentar-lecciones-aprendidas/>

Chavarriaga, M. L. (2014). *Lecciones aprendidas. Proyecto sistema de alertas tempranas de la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá - Siata* [tesis de Maestría, Gerencia de Proyectos]. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento + 1 (2016). Recuperado de <http://www.proyectum.lat/2015/02/11/5-grupos-de-proceso-y-9-areas-de-conocimiento-1/>

Comisión de Regulación de Energía y Gas (2016). Presentación y video del taller sobre propuesta regulatoria de infraestructura de regasificación. Recuperado de www.creg.gov.co

Coquillat, M. (2016). Dirección de proyectos de consultoría tecnológica. Recuperado de https://issuu.com/proiectus/docs/revista_proiectus_3?e=9032007/9944449

Empresa de Energía de Bogotá (2016). Recuperado de www.eeb.com.co

García, H., Corredor, A., Calderón, L., y Gómez, M. (2013). Análisis costo beneficio de energías renovables no convencionales en Colombia. Recuperado de http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/WWF_Analisis-costo-beneficio-energias-renovables-no-convencionales-en-Colombia.pdf

Integral S. A. (2016). Recuperado de www.integral.com.co

MELECSA (2016). Recuperado de www.melecsa.com

Ministerio de Minas y Energía (2016). Recuperado de www.minminas.gov.co

Project Management Institute (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)-Quinta Edición*. Pennsylvania: Project Management Institute.

Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia (2016). Recuperado de

http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda/UPME_Proyeccion_Demanda_Energia_Electrica_Junio_2016.pdf

PWC (Septiembre de 2011). En la ruta de la competitividad. Principales hallazgos de la 1ra Encuesta Nacional de Madurez en Gerencia de Proyectos. Recuperado de <https://www.pwcprojects.co/Documentos/Resultados.pdf>

Superservicios (2016). Recuperado de www.superservicios.com

Twenergy (2016). Recuperado de www.twenergy.com

Unidad de Planeación Minero Energética (2016). Recuperado de www.upme.gov.co

Wallace, W. (2016). *Gestión de proyectos*. Recuperado de <https://www.ebsglobal.net/documents/course-tasters/spanish/pdf/pr-bk-taster.pdf>